ISSN 1407-5806

COMPUTER MODELLING AND NEW TECHNOLOGIES

Volume 7
No 2

2003

Transporta un sakaru institūts
(Transport and Telecommunication Institute)

Computer Modelling and New Technologies

Volume 7, No.2- 2003

ISSN 1407-5806
ISSN 1407-5814
(On-line: www.tsi.lv)

Riga – 2003

EDITORIAL BOARD:

Prof. Igor Kabashkin (Chairman of the Board), *Transport & Telecommunication Institute, Latvia;*
Prof. Yuri Shunin (Editor-in-Chief), *Transport & Telecommunication Institute, Latvia;*
Prof. Adolfas Baublys, *Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania;*
Dr. Brent Bowen, *University of Nebraska at Omaha , USA*;
Prof. Olgierd Dumbrajs, *Helsinki University of Technology, Finland*;
Prof. Eugene Kopytov, *Transport & Telecommunication Institute, Latvia;*
Prof. Arnold Kiv, *Ben-Gurion University of the Negev, Israel;*
Prof. Anatoly Kozlov*, Moscow State University of Civil Aviation, Russia;*
Prof. Juris Zakis, *University of Latvia*;
Prof. Edmundas Zavadskas, *Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.*
Technical editors:
MS Christina Hamroon, *Information Systems Institute, Latvia*
Host Organization:
Transport and Telecommunication Institute - Eugene Kopytov, Rector
Co-Sponsor Organization:
PAREX Bank, Latvia - Valery Kargin, President
Supporting Organizations:
Latvian Transport Development and Education Association - Andris Gutmanis, President
Latvian Academy of Sciences - Juris Ekmanis, Vice-President
Latvian Operations Research Society – Igor Kabashkin, President
University of Nebraska at Omaha , USA - Brent Bowen, Director of Aviation Institute
"The Khaim Kordonsky Charitable Foudation"- Inna Kordonsky-Frankel

THE JOURNAL IS DESIGNED FOR PUBLISHING PAPERS CONCERNING THE FOLLOWING FIELDS OF RESEACH:

- mathematical and computer modelling
- mathematical methods in natural and engineering sciences
- physical and technical sciences
- computer sciences and technologies
- semiconductor electronics and semiconductor technologies
- aviation and aerospace technologies
- electronics and telecommunication
- navigation and radar systems
- telematics and information technologies
- transport and logistics
- economics and management
- social sciences

Articles are presented in the journal in English (preferably), Russian, German and Latvian languages (at the option of authors). All articles are reviewed.

EDITORIAL CORRESPONDENCE

Transporta un sakaru institūts (Transport and Telecommunication Institute)
Lomonosova iela 1, LV-1019, Riga, Latvia. Phone: (+371)-7100593. Fax: (+371)-7100535.
E-mail: journal@tsi.lv, http:// www.tsi.lv

COMPUTER MODELLING AND NEW TECHNOLOGIES, 2003, Vol. 7, No.2
ISSN 1407-5806, **ISSN** 1407-5814 (on-line: www.tsi.lv)
Scientific and research journal of Transport and Telecommunication Institute (Riga, Latvia).
The journal is published since 1996.

Copyright © Transport and Telecommunication Institute, 2003

CONTENT

Editors' remarks 5

Computational methods and modelling 7

CLUSTER APPROACH TO HIGH PERFORMANCE COMPUTING
A. Kuzmin 7

MODELS OF ASKING FREQUENCY OF PRODUCTION PROCESS ON THE STAGE OF OPERATIVE MANAGEMENT /in Russian/
S.M. Lyubkin, V.S. Rezer, A.A. Andreyev, A. Ben-Yair 16

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING FOR EFFICIENCY ESTIMATION OF INVESTMENTS INTO THE PROFITABLE IMMOVABLE PROPERTY /in Russian/
L.L. Ustinovich, V.S. Podvez'ko, A.N. Karablikov 26

VERBAL METHOD OF INVESTMENTS EFFICIENCY ESTIMATION IN BUILDING /in Russian/
O.I. Larichev, D.Yu. Kochin, L.L. Ustinovich 37

RESOURCE MODELS FOR SEVERAL FLEXIBLE TRANSPORTATION SYSTEMS UNDER RANDOM DISTURBANCES
Z. Laslo, D. Golenko-Ginzburg 48

A MULTI-PURPOSE CHOISE OF THE VARIANT OF ELECTROCABLES LINE IN CONDITIONS OF THE FUZZY INFORMATION /in Russian/
E.K. Zavadskas, , F. Peldshus 51

NEW TECHNOLOGIES IN IMMOVABLE PROPERTY MANAGEMENT /in Russian/
E.K. Zavadskas, A. Kaklauskas, M. Gikis 60

Authors' index 66

Personalia 67

Preparation of publications 70

Editors' Remarks

Hymn to Science

Science! thou fair effusive ray
From the great source of mental day,
Free, generous, and refin'd!
Descend with all thy treasures fraught,
Illumine each bewilder'd thought,
And bless my lab'ring mind.

But first with thy resistless light,
Disperse those phantoms from my sight,
Those mimic shades of thee;
The scholiast's learning, sophist's cant,
The visionary bigot's rant,
The monk's philosophy.

****

Of wealth, pow'r, freedom, thou! the cause;
Foundress of order, cities, laws,
Of arts inventress, thou!
Without thee what were human kind?
How vast their wants, their thoughts how blind!
Their joys how mean! how few!

Sun of the soul! thy beams unveil!
Let others spread the daring sail,
On Fortune's faithless sea;
While undeluded, happier I
From the vain tumult timely fly,
And sit in peace with thee.

Mark Akenside [1](1721-1770)

Since this 7th volume we change the format of our journal. It will be published four times per year. This new format will allow us to present new scientific results of contributors in a shorter time. This also means that we evidently divide the main topics of the journal into different issues. But this does not mean that the edition strategy is transformed sufficiently.

This edition is the continuation of our publishing activities. We hope our journal will be interesting for research community, and we are open for collaboration both in research and publishing.

EDITORS

Yu. N. Shunin

I.V. Kabashkin

[1] **Mark Akenside (1721-1770)** was a poet and physician who is principally known for his poem 'The Pleasures of Imagination'. He attended the University of Edinburgh with the original intention of becoming a minister, but ended up studying medicine. All the time while Akensides reputation as a poet was growing; so too was his reputation as a doctor and he ended up as the physician to the queen. Samuel Johnson also wrote a biography of Mark Akenside.

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 7-15
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

CLUSTER APPROACH TO HIGH PERFORMANCE COMPUTING

A. KUZMIN

Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Kengaraga Street 8, LV-1063 Riga, Latvia
E-mail: a.kuzmin@cfi.lu.lv

The High Performance Computing (HPC) allows scientists and engineers to deal with very complex problems using fast computer hardware and specialized software. Since often these problems require hundreds or even thousands of processor hours to complete, an approach, based on the use of supercomputers, has been traditionally adopted. Recent tremendous increase in a speed of PC-type computers opens relatively cheap and scalable solution for HPC using cluster technologies. Here we discuss basics of cluster technology and present an example of cluster solution, implemented at the Institute of Solid State Physics of the University of Latvia within the Latvian SuperCluster (LASC) project.
Keywords: high performance computing, cluster computing

1. Introduction

Development of new materials and production processes, based on high-technologies, requires a solution of increasingly complex computational problems. However, even as computer power, data storage, and communication speed continue to improve exponentially, available computational resources are often failing to keep up with what users demand of them. Therefore high-performance computing (HPC) infrastructure becomes a critical resource for research and development as well as for many business applications. Traditionally the HPC applications were oriented on the use of high-end computer systems - so-called "supercomputers". Before considering the amazing progress in this field, some attention should be paid to the classification of existing computer architectures.

SISD (Single Instruction stream, Single Data stream) type computers. These are the conventional systems that contain one central processing unit (CPU) and hence can accommodate one instruction stream that is executed serially. Nowadays many large mainframes may have more than one CPU but each of these execute instruction streams that are unrelated. Therefore, such systems still should be regarded as a set of SISD machines acting on different data spaces. Examples of SISD machines are for instance most workstations like those of DEC, IBM, Hewlett-Packard, and Sun Microsystems as well as most personal computers.

SIMD (Single Instruction stream, Multiple Data stream) type computers. Such systems often have a large number of processing units that all may execute the same instruction on different data in lock-step. Thus, a single instruction manipulates many data in parallel. Examples of SIMD machines are the CPP DAP Gamma II and the Alenia Quadrics.

Vector processors, a subclass of the SIMD systems. Vector processors act on arrays of similar data rather than on single data items using specially structured CPUs. When data can be manipulated by these vector units, results can be delivered with a rate of one, two and, in special cases, of three per clock cycle (a clock cycle being defined as the basic internal unit of time for the system). So, vector processors execute on their data in an almost parallel way but only when executing in vector mode. In this case they are several times faster than when executing in conventional scalar mode. For practical purposes vector processors are therefore mostly regarded as SIMD machines. Examples of such systems are Cray 1 and Hitachi S3600.

MIMD (Multiple Instruction stream, Multiple Data stream) type computers. These machines execute several instruction streams in parallel on different data. The difference with the multi-processor SISD machines mentioned above lies in the fact that the instructions and data are related because they represent different parts of the same task to be executed. So, MIMD systems may run many sub-tasks in parallel in order to shorten the time-to-solution for the main task to be executed. There is a large variety of MIMD systems like a four-processor NEC SX-5 and a thousand processor SGI/Cray T3E supercomputers.

Besides above mentioned classification, another important distinction between classes of computing systems can be done according to the type of memory access (Figure 1).

Shared memory (SM) systems have multiple CPUs all of which share the same address space. This means that the knowledge of where data is stored is of no concern to the user as there is only one memory accessed by all CPUs on an equal basis. Shared memory systems can be both SIMD or MIMD. Single-CPU vector processors can be regarded as an example of the former, while the multi-CPU models of these machines are examples of the latter.

Distributed memory (DM) systems. In this case each CPU has its own associated memory. The CPUs are connected by some network and may exchange data between their respective memories when required. In contrast to shared memory machines the user must be aware of the location of the data in the local memories and will have to move or distribute these data explicitly when needed. Again, distributed memory systems may be either SIMD or MIMD.

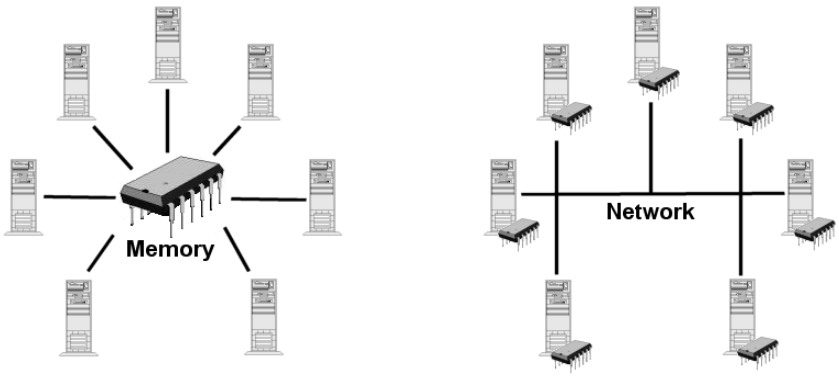


Figure 1. Shared (left) and distributed (right) memory computer architectures

To understand better the current situation in the field of HPC systems and a place of cluster-type computers among them, some brief overview of supercomputers history will be given below.

An important break-through in the field of HPC systems came up in the late 1970s, when the Cray-1 and soon CDC Cyber 203/205 systems, both based on vector technology, were built. These supercomputers were able to achieve unprecedented performances for certain applications, being more than one order of magnitude faster than other available computing systems. In particular, the Cray-1 system [1] boasted that time a world-record speed of 160 million floating-point operations per second (MFlops). It was equipped with an 8 megabyte main memory and priced $8.8 million. A range of first supercomputers applications was typically limited by ones having regular, easily vectorisable data structures and being very demanding in terms of floating point performance. Some examples include mechanical engineering, fluid dynamics and cryptography tasks. The use of vector computers by a broader community was initially limited by the lack of programming tools and vectorising compilers, so that the applications had to be hand coded and optimised for a specific computer system. However, commercial software packages became available in the 1980s for vector computers, pushing up their industrial use. At this time, the first multiprocessor supercomputer Cray X-MP was developed and achieved the performance of 500 MFlops.

Strong limitation for further scalability of vector computers was their shared-memory architecture. Therefore, massive parallel processing (MPP) systems using distributed-memory were introduced by the end of the 1980s. The main advantage of such systems is the possibility to divide a complex job into several parts, which are executed in parallel by several processors each having dedicated memory (Figure 1). The communication between the parts of the main job occurs within the framework of the so-called message-passing paradigm, which was standardised in the message-passing interface (MPI). The message-passing paradigm is flexible enough to support a variety of applications and is also well adapted to the MPP architecture. During last years, a tremendous improvement in the performance of standard workstation processors led to their use in the MPP supercomputers, resulting in significantly lowered price/performance ratios.

Traditionally, conventional MPP supercomputers are oriented on the very high-end of performance. As a result, they are relatively expensive and require special and also expensive maintenance support. To meet the requirements of the lower and medium market segments, the symmetric multiprocessing (SMP) systems were introduced in the early 1990s to address commercial users with applications such as databases, scheduling tasks in telecommunications industry, data mining and manufacturing.

Better understanding of applications and algorithms as well as a significant improvement in the communication network technologies and processors speed led to emerging of new class of systems, called *clusters of SMP* or *networks of workstations* (NOW), which are able to compete in performance with MPPs and have excellent price/performance ratios for special applications types. On practice, clustering technology can be used for any arbitrary group of computers, allowing to build homogeneous or heterogeneous systems. Even bigger performance can be achieved by combining groups of clusters into HyperCluster or even Grid-type system [2], which will be briefly considered in the last section.

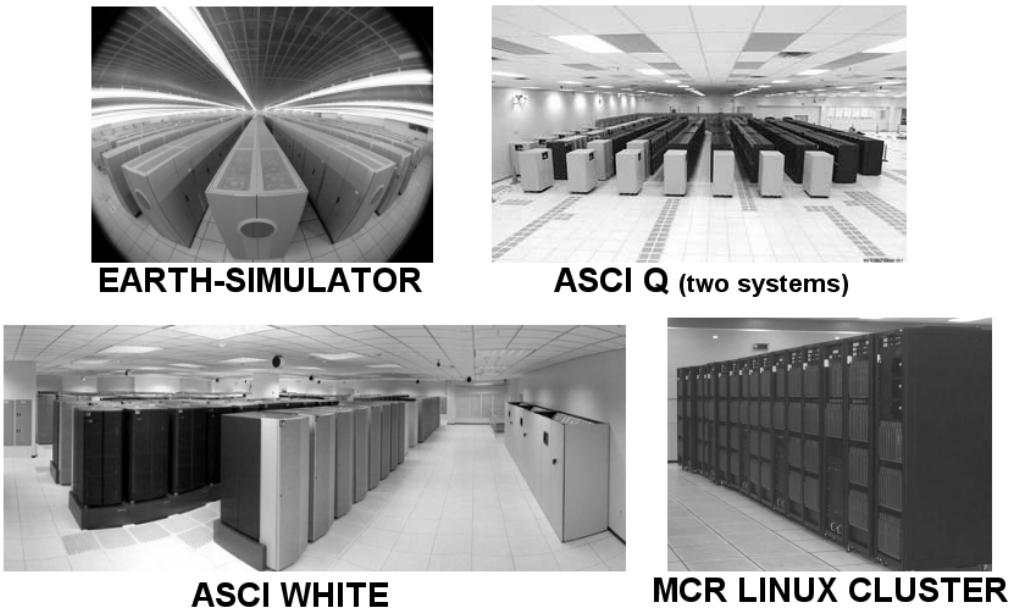


Figure 2. Top five supercomputer systems (November 2002) [6]

It is worth to note, that by the end of 2002, the most powerful existing HPC systems (Figure 2) have performance in the range from 3 to 36 TFlops. The top five supercomputer systems include Earth-Simulator (35.86 TFlops, 5120 processors), installed by NEC in 2002 [3]; two ASCI Q systems (7.72 TFlops, 4096 processors), built by Hewlett-Packard in 2002 and based on the AlphaServer SC computer systems [4]; ASCI White (7.23 TFlops, 8192 processors), installed by IBM in 2000 [4]; and, a pleasant surprise, MCR Linux Cluster (5.69 TFlops, 2304 Xeon 2.4 GHz processors), built by Linux NetworX in 2002 for Lawrence Livermore National Laboratory (USA) [5]. According to the recent TOP500 Supercomputers List from November 2002 [6], cluster based systems represent 18.6% from all supercomputers, and most of them (about 60%) use Intel's processors. Finally, one should note that application range of modern supercomputers is very wide and addresses mainly industrial, research and academic fields. The covered areas are related to telecommunications, weather and climate research/forecasting, financial risk analysis, car crash analysis, databases and information services, manufacturing, geophysics, computational chemistry and biology, pharmaceutics, aerospace industry, electronics and much more.

In this paper we will introduce basics of cluster technology and consider an example of the HPC cluster, built at the Institute of Solid State Physics (ISSP) of the University of Latvia.

2. Basics of Cluster Computing

Cluster computing refer to technologies that allow multiple computers, called cluster nodes, to work together with the aim to solve common computing problems. A generic cluster architecture is shown in Figure 3. Each node can be a single or multiprocessor computer, such as a PC, workstation or SMP server, equipped with its own memory, I/O devices and operating system. The cluster, having similar nodes, is called homogeneous, otherwise - heterogeneous. The nodes are usually interconnected by local area network (LAN) based on one of the following technologies: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Myrinet [7], Quadrics Network (QsNet) [8], InfiniBand communication fabric [9], Scalable Coherent Interface (SCI) [10], Virtual Interface Architecture (VIA) [11] or Memory Channel [12]. The

speed of network technology is characterised by a bandwidth and a latency. Bandwidth means how much information can be sent through a particular network connection, and latency is defined as the time it takes for a networking device to process a data frame. A comparison of these two parameters for above mentioned network technologies is given in Table 1. Note that a higher network speed is usually associated with a higher price of related equipment. To improve further cluster performance, different network topologies can be implemented in each particular case. Moreover, channel bonding technology can be used in the case of the Ethernet-type networking to double the network bandwidth. To realise this technology, two network interface cards (NICs) should be installed in each node, and two network switches should be used, one for each channel, to form two separate virtual networks. The optimal choice of the network type is dictated by demands on speed and volume of data exchange between several parts of the application software, running on different nodes.

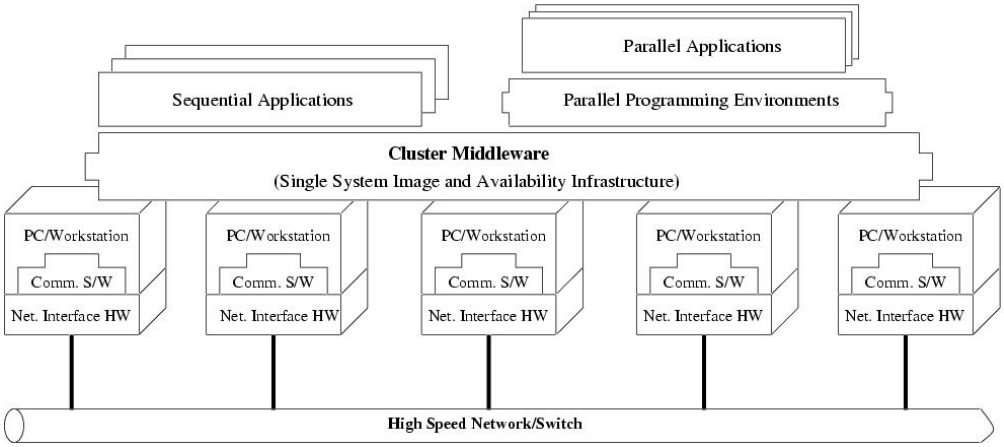


Figure 3. Typical cluster architecture [16]

TABLE 1. Comparison of network technologies used in cluster systems. Note that the latency of Ethernet devices depends strongly on a particular switch realisation.

Network Technology	Bandwidth (MByte/sec)	Latency (μsec/packet)
Ethernet	1.25	-
Fast Ethernet	12.5	158
Gigabit Ethernet	125	33
Myrinet	245	6
QsNet	340	2
InfiniBand	320, 1280 and 3840	<10
SCI	400	1.5
VIA	150	8
Memory Channel	100	3

Various operating systems, including Linux, Solaris and Windows, can be used to manage the nodes. However, in order for the clusters to be able to pool their computing resources, special cluster-enabled applications must be written using clustering libraries or a system level *middleware* [13] should be used. The most popular clustering libraries are PVM (Parallel Virtual Machine) [14] and MPI (Message Passing Interface) [15]; both are very mature and work well. By using PVM or MPI, programmers can design applications that can span across an entire cluster's computing resources rather than being confined to the resources of a single machine. For many applications, PVM and MPI allow computing problems to be solved at a rate that scales almost linearly in relation to the number of processors in the cluster.

The cluster architecture is usually optimised for *High Performance Computing* or *High Availability Computing*. The choice of the architecture is dictated by the type of an application and available budget. A combination of both approaches is utilised in some cases, resulting in a highly reliable system, characterized by a very high performance. The principal difference between these two approaches consists of that in the HPC case, each node in the cluster executes a part of the common job,

whereas in the second case, several nodes perform or are ready to perform the same job and, thus, are able to substitute each other in a case of failure.

High availability (HA) clusters are used in mission critical applications to have constant availability of services to end-users through multiple instances of one or more applications on many computing nodes. Such systems found their application as Web servers, e-commerce engines or database servers. HA clusters use redundancy to ensure that a service remains running, so that even when a server fails or must go offline for service, the other servers pick up the load. The system optimised for maximum availability should not have any single point of failure, thus requiring a specific architecture (Figure 4). Two types of HA clusters can be distinguished - shared nothing architecture and shared disk architecture. In the first case, each computing node is using dedicated storage, whereas the second type of HA cluster shares common storage resources, interconnected by Storage Area Network (SAN). The operation of HA cluster requires normally special software, which is able to recognize the occurred problem and transparently migrate the job to another node.

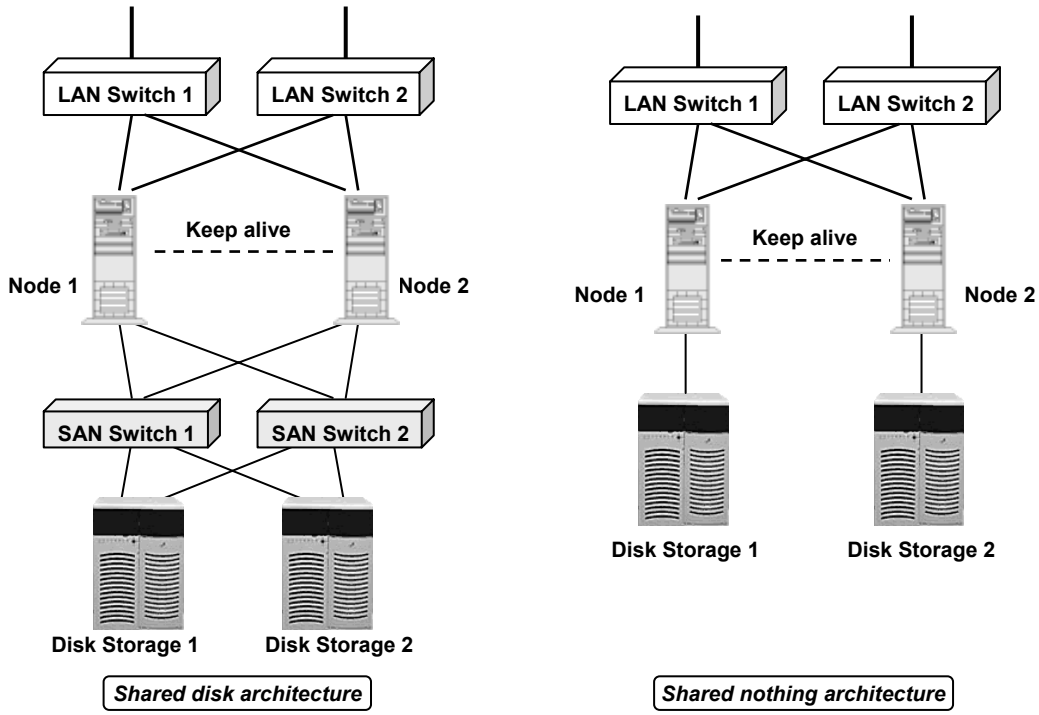


Figure 4. High availability cluster with no single point of failure

HPC clusters are built to improve processing throughput in order to handle multiple jobs of various sizes and types or to increase performance. The most common HPC clusters are used to shorten turnaround times on compute-intensive problems by running the job on multiple nodes at the same time or when the problem is just too big for a single system. This is often the case in scientific, design analysis and research computing, where the HPC cluster is built purely to obtain maximum performance during the solution of a single, very large problem. Such HPC clusters utilise parallelised software that breaks down the problem into smaller parts, which are dispatched across a network of interconnected systems that concurrently process each small part and then communicate with each other using message-passing libraries to coordinate and synchronize their results. The Beowulf-type cluster [17], which will be described in the next section, is an example of the HPC system. Beowulf system is the cluster which is built primarily out of commodity hardware components, is running a free-software operating system like Linux or FreeBSD and is interconnected by a private high-speed network. However, some Linux clusters, which are built for high availability instead of speed, are not Beowulfs.

While Beowulf clusters are extremely powerful, they are not for everyone. The primary drawback of Beowulf clusters is that they require specially designed software in order to take advantage of cluster resources. This is generally not a problem for those in the scientific and research communities who are used to writing their own special purpose applications since they can use PVM or MPI libraries

to create cluster-aware applications. However, many potential users of the cluster technologies would like to have some kind of performance benefit using standard applications. Since such applications have not been written with the use of PVM or MPI libraries, such users simply cannot take advantage of a cluster. This problem has been limited the use of cluster technologies to a small group of users for years. Recently, a new technology, called openMosix [18], appears that allows standard applications to take advantage of clustering without being rewritten or even recompiled.

OpenMosix is a "patch" to the standard Linux kernel, that adds clustering abilities and allows any standard Linux process to take advantage of a cluster's resources. OpenMosix uses adaptive load-balancing techniques and allows processes running on one node in the cluster to migrate transparently to another node where they can execute faster. Because openMosix is completely transparent to all running programs, the process that has been migrated does not even know that it is running on another remote node. This transparency means that no special programming is required to take advantage of openMosix's load-balancing technology. In fact, a default openMosix installation will migrate processes to the "best" node automatically. This makes openMosix a clustering solution that can provide an immediate benefit for many applications.

A cluster of Linux computers running openMosix can be considered as a large virtual SMP system with some exclusions. The CPUs on a "real" SMP system can exchange data very fast, but with openMosix, the speed at which nodes can communicate with one another is determined by the speed of the network. Besides, openMosix does not currently offer support for allowing multiple cooperating threads to be separated from one another. Also, like an SMP system, openMosix cannot execute a single process on multiple physical CPUs at the same time. This means that openMosix will be not able to speed up a single process/program, except to migrate it to a node where it can execute most efficiently. At the same time, openMosix can migrate most standard Linux processes between nodes and, thus, allows for extremely scalable parallel execution at the process level. Besides, if an application forks many child processes then openMosix will be able to migrate each one of these processes to an appropriate node in the cluster. Thus, openMosix provides a number of benefits over traditional multiprocessor systems.

The openMosix technology can work in both homogeneous and heterogeneous environments, thus allowing to build clusters, consisting of tens or even hundreds of nodes, using inexpensive PC hardware as well as a bunch of high-end multi-processor systems. The use of openMosix together with new Intel's Hyper-Threading technology, available with the last generation of Intel Xeon processors, allows additional improving of performance for threaded applications. Also existing MPI/PVM programs can benefit from openMosix technology.

4. Latvian SuperCluster (LASC) as an Example of Cluster System

In this sections we will describe an example of the Beowulf-type cluster (Figure 5), called LASC (Latvian SuperCluster), which was installed at the ISSP during 2002 [19]. The main goal of the LASC project is to secure researchers with an access to HPC system, able to help in a solution of modern physical problems by numerical simulations. The need for such installation is determined by a complexity of tasks appearing now within fundamental and applied research projects in solid state physics and materials science. Currently, the main use of the cluster is devoted to quantum chemistry calculations, Monte-Carlo modelling and x-ray absorption spectra analysis.

A specific sort of physical problems and a limitation of financial resources forced a careful choice of hardware and software components for the cluster construction. At the planning stage, several criteria have been taken into consideration to optimize the cluster configuration:

- high speed for numerical calculations,
- large amount of physical memory, able to accumulate huge arrays appearing in quantum chemistry calculations,
- reliable hardware with a possibility of upgrading and expanding,
- high speed networking between cluster nodes,
- easy maintenance and administration,
- secure access on pre-registration basis,
- lowest total cost.

As one can note, the last requirement is somewhat controversial to others therefore a compromise have to be done. The "best" solution in the spring 2002, conforming mostly to specified

requirements, was a cluster of SMP servers, equipped with two Intel Pentium-III CPUs and interconnected through the Fast Ethernet switch. Therefore, the present cluster configuration (Table 2), adopted according to the available budget, consists of five nodes (one front-end node plus four computational nodes), which are Compaq ProLiant ML350 G2 servers. Only the front-end node has a connection with the rest of the world (Internet) using one of the Network Interface Cards (NICs). The other NICs on all nodes are connected to a HP ProCurve 2312 Fast Ethernet switch. The total resources available to the users are 10 CPUs, having a peak power about 13 GFlops, 20 GB of physical memory (RAM) and 336 GB of storage space on UATA-100 IDE/SCSI hard disks (expandable up to 3.3 TB).

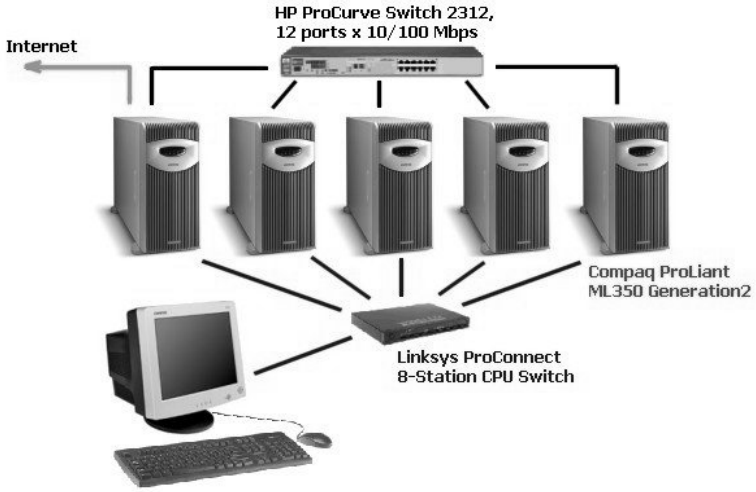


Figure 5. LASC structure. The APC Smart-UPS are note shown

TABLE 2. Technical details of Latvian SuperCluster.

1. Front-end (master) node - Compaq ProLiant ML350 G2 server

- Two Intel Pentium® lll 1.26 GHz FC-PGA2 processors with 512-KB second level ECC cache
- ServerWorks LE 3.0 Chipset with 133-MHz Front Side Bus
- 4 GB PC133-MHz Registered ECC SDRAM memory (RAM)
- Compaq NC3163 Fast Ethernet 10/100 Mbit/s NIC (embedded) PCI 10/100
- Intel® PRO/1000 XT 64bit PCI Server Adapter (8490XT)
- IBM Deskstar 60.0 GB 60GXP (7200 rpm) UATA100-IDE Hard Drive
- Maxtor 120 GB DiamondMaxPlus9 (7200 rpm) UATA133-IDE Hard Drive
- Promise Technology Ultra100 TX2 PCI Controller Card
- Compaq 36.4 GB (10000 rpm) Hot Plug Wide Ultra3SCSI Hard Drive
- 40x IDE CD-ROM Drive
- 1.44 MB Floppy Drive
- Integrated ATI RAGE XL Video Controller with 8-MB SDRAM Video Memory
- Integrated Dual Channel Wide Ultra3 SCSI Adapter

2. Four computational nodes - Compaq ProLiant ML350 G2 servers

- Two Intel Pentium® lll 1.26 GHz FC-PGA2 processors with 512-KB second level ECC cache
- ServerWorks LE 3.0 Chipset with 133-MHz Front Side Bus
- 4 GB PC133-MHz Registered ECC SDRAM memory (RAM)
- Compaq NC3163 Fast Ethernet 10/100 Mbit/s NIC (embedded) PCI 10/100
- IBM Deskstar 60.0 GB 60GXP (7200 rpm) UATA100-IDE Hard Drive
- Promise Technology Ultra100 TX2 PCI Controller Card
- 40x IDE CD-ROM Drive
- 1.44 MB Floppy Drive
- Integrated ATI RAGE XL Video Controller with 8-MB SDRAM Video Memory
- Integrated Dual Channel Wide Ultra3 SCSI Adapter

3. Five APC Smart-UPS 620VA (one for each node)

4. Hewlett Packard ProCurve Switch 2312, 12 x 10/100 Mbps

5. Lynksys ProConnect 8-Station CPU KVM Switch

6. Monitor 17" Compaq V7550 (0.25, 1600x1200 max, Flat Screen), Keyboard, Mouse

All main software, installed on the LASC cluster, is of open source type and is available for free under GNU public license. The nodes are running under the Red Hat Linux operating system on the private subnetwork, protected from the Internet by a firewall. The cluster is accessible only via secure shell interface (SSH2) and, additionally, the authorisation by the client's IP address is performed. For users convenience, all information related to the cluster use and its real time status is available on-line from the Web [19].

The storage disks space in the cluster is shared among all the nodes via Network File System (NFS), so that all data as well as home directories of the users are accessible on all nodes in a similar way. The users applications can run in interactive mode, in background or in batch mode. At present time, to launch an application on the particular node, the user should login to that node first or use an automatic job submitting system, called CLRUN. The CLRUN system allows (i) to submit a job from any node to any node for execution and (ii) to display the load for every node and all user's processes on each nodes. In the future, we plan to install openMOSIX load balancing system to improve the overall cluster performance and to simplify its use. The programming environment available to the users consists of the GNU set of compilers (C/C++/Fortran/Pascal) and the Intel's C++/Fortran compilers, which have better degree of optimization and able to automatically parallelise a user's code on SMP systems. To use the entire cluster's computing resources within user's applications, the popular clustering libraries such as PVM and MPI are available.

The LASC system represents a classical example of the "home-made" Beowulf cluster. Similar systems can be easily build for other than scientific needs with possibly even lower price. As an example, standard off-the-shelf computers, equipped with much smaller memory and thus being much cheaper, can be used as nodes in a cluster for multimedia encoding applications, such as sound MPEG-3 or video MPEG-4 processing, and for images rendering to create stunning three-dimensional graphics.

5. Future trends - Grid computing

As computer networks become cheaper and faster, a new computing paradigm, called the Grid [2], has evolved. The Grid is a large system of computing resources that performs tasks and provides to users a single point of access, commonly based on the World Wide Web interface, to these distributed resources. Users consider the Grid as a single computational resource. Resource management software, frequently referenced as *middleware*, accepts jobs submitted by users and schedules them for execution on appropriate systems in the Grid, based upon resource management policies. Users can submit thousands of jobs at a time without being concerned about where they run. The Grid may scale from single systems to supercomputer-class compute farms that utilise thousands of processors. Depending on the type of applications, the interconnection between the Grid parts can be performed using dedicated high-speed networks or the Internet.

By providing scalable, secure, high-performance mechanisms for discovering and negotiating access to remote resources, the Grid promises to make it possible for scientific collaborations to share resources on an unprecedented scale, and for geographically distributed groups to work together in ways that were previously impossible. Several examples of new applications that benefit from using Grid technology constitute a coupling of advanced scientific instrumentation or desktop computers with remote supercomputers; collaborative design of complex systems via high-bandwidth access to shared resources; ultra-large virtual supercomputers constructed to solve problems too large to fit on any single computer; rapid, large-scale parametric studies, e.g. Monte-Carlo simulations, in which a single program is run many times in order to explore a multidimensional parameter space.

The Grid technology is currently under intensive development. Major Grid projects include NASA's Information Power Grid, two NSF Grid projects (NCSA Alliance's Virtual Machine Room and NPACI), the European DataGrid Project and the ASCI Distributed Resource Management project. Also first Grid tools are already available for developers. The Globus Toolkit [20] represents one such example and includes a set of services and software libraries to support Grids and Grid applications.

Acknowledgements

The author is grateful to the Institute of Solid State Physics, University of Latvia, and the EC Excellence Centre of Advanced Material Research and Technology for providing a financial support for the LASC cluster installation. This work was also partially supported by the Latvian Government Research Grants No. 01.0807 and 01.0821.

References

[1] http://www.cray.com/
[2] http://www.gridcomputingplanet.com/
[3] http://www.es.jamstec.go.jp/
[4] http://www.llnl.gov/asci/platforms/
[5] http://www.llnl.gov/linux/mcr/
[6] http://www.top500.org/
[7] http://www.myrinet.com/
[8] http://www.quadrics.com/
[9] http://www.infinibandta.org/
[10] http://hsi.web.cern.ch/HSI/sci/sci.html
[11] http://www.vidf.org/
[12] http://www.hp.com/techservers/systems/symc.html
[13] http://www.cs.wisc.edu/condor/
[14] http://www.epm.ornl.gov/pvm/pvm_home.html
[15] http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/
[16] Buyya R. (ed.) (1999) High Performance Cluster Computing: Systems and Architectures, Prentice Hall, New York.
[17] http://www.beowulf.org/
[18] http://openmosix.sourceforge.net/
[19] http://www.cfi.lu.lv/lasc/
[20] http://www.globus.org/

Received on the 25th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 16-25
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

МОДЕЛИ ЧАСТОТЫ ОПРОСА ХОДА ПРОИЗВОДСТВА НА СТАДИИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

С.М. ЛЮБКИН[1], В.С. РЕЗЕР[1], А.А. АНДРЕЕВ[1], А. БЕН-ЯИР[2]

[1)]Российская Ассоциация Управления Проектами / СОВНЕТ
Офис 504, ул. Кибальчича, 7, 129366, Москва, Россия
Тел. +7-095-3115493, E-mail: S.Ljubkin@USA.net
[2)]Университет им. Бен-Гуриона, г. Беер-Шева, 84105, Израиль
tel. +972-8-6472225, fax. +972-8-6472958
benyaira@bgumail.bgu.ac.il

Для ряда человеко-машинных, производственных программ отсутствует возможность получения периодической оперативной информации о ходе производства (например, для лесного хозяйства и лесоразработок, рыбного хозяйства, сельскохозяйственных программ сбора урожая на разбросанных площадях, ряда строительных производств с удаленными друг от друга стройплощадками и др.) В этих случаях обследование хода производства представляет собой дорогостоящую, а иногда и весьма затрудненную процедуру.

Рассматриваются модели оценки оптимального шага квантования для реализации опроса хода производства на этапе оперативного контроля. Производственный процесс подвержен случайным воздействиям, а его специфика требует использования периодических инспекций о состоянии контролируемой системы. В статье рассматриваются модели определения шага квантования для сложных управляющих систем, на которые практически не накладываются никаких ограничений. Последнее существенно расширяет класс рассматриваемых процессов и явлений. В частности, эти модели можно применять для контроля нестационарных случайных процессов.

1. Введение

Модели контроля хода производства в обстановке неопределённости получили в настоящее время широкое развитие и применение [Бабунашвили и др. (1967), Эль-Саид и Боучер (1985), Кусиак (1986), Голенко-Гинзбург и Синуани-Штерн (1989), Коновалов и Голенко-Гинзбург (1999), и др.]. Эти модели обычно относятся к человеко-машинным системам со случайными параметрами, для которых выходной продукт может быть определён только путём обследования в точках контроля. В целях контроля такого рода систем необходимо прежде всего выбрать наиболее характерный, обобщённый показатель, с помощью которого можно было бы анализировать состояние системы и определить характер и величину необходимого управляющего воздействия. За такой обобщённый показатель можно, например, принять интегральный объём выполненных работ, который может быть выражен а) в стоимостных показателях; б) в натуральных показателях - тоннах, $м^3$, штуках и т.д.; в) в показателе трудоёмкости – человеко-часах.

В зависимости от вида и специфики работ, входящих в производственную программу, выбирается наиболее удобный из вышеуказанных показателей. Так, например, для строительного производства, характеризующегося большим разнообразием натуральных показателей объёма работ, наиболее удобным является стоимостный показатель.

Рассмотрим простейшую для данной производственной программы работу произвольной длительности. Для рассматриваемой работы считаем заданными следующие параметры [3]:

1) плановый срок окончания работы $t_{пл}$;
2) допустимые пределы отклонения от срока окончания этой работы $\Delta t_{пл}$;
3) оптимистический срок окончания работы t_o;

4) пессимистический срок окончания работы $t_{пс}$.

Рассмотрим введённые определения более подробно. Поскольку на выполнения работы оказывают влияния случайные воздействия, обстоятельства и помехи (случайные сбои в работе оборудования, невыход на работу персонала по болезни, и т.д.), как скорость выполнения работы, так и продолжительность последней носят случайный характер и являются случайными величинами. Под *оптимистическим сроком* t_o мы будем впредь понимать момент окончания работы, достигнутый при *максимальной интенсивности* наличных производственных и материальных ресурсов (например, работа в смену с максимальным количеством часов). Под *пессимистическим сроком* $t_{пс}$ мы будем понимать, соответственно, результат, достигнутый при *минимальной* интенсивности наличных ресурсов. Что касается *планового срока* окончания работы $t_{пл}$, $t_o < t_{пл} < t_{пс}$, то последний планируется на основе усреднённых характеристик интенсивностей наличных производственных ресурсов. Заметим, что при любой степени интенсивности хода производства на последний влияют случайные воздействия и помехи, вследствие чего *все* описанные выше скорости выполнения работы - оптимистическая, плановая и пессимистическая – носят случайный характер. Под параметрами t_o, $t_{пл}$ и $t_{пс}$ следует поэтому понимать *средние значения*, полученные при использовании соответствующих случайных скоростей.

Очевидно, плановая, оптимистическая и пессимистическая длительности работы будут выражаться, соответственно, через $t_{пл} - t_н$, $t_o - t_н$ и $t_{пс} - t_н$, где $t_н$ – момент начала работ.

Плановый объём выполняемой работы распределяется в заданном промежутке времени от $t_н$ и до $t_{пл}$ в соответствии с технологическими и другими требованиями.

Данное распределение назовём плотностью распределения объёма работ по времени и обозначим через $\Pi(t)$. Очевидно, интеграл от плотности распределения объёма работы даёт плановую интегральную кривую хода работ во времени $V_{пл}(t)$. Тогда легко видеть, что

$$V_{пл}(t) = \int_{t_н}^{t} \Pi(t)dt, \tag{1}$$

$$V_{пл} = \int_{t_н}^{t_{пл}} \Pi(t)dt, \tag{2}$$

где $V_{пл}$ – плановый, заранее заданный объём производства, необходимый для завершения данной работы (программы).

Наличие случайной скорости хода производства обычно вызывает отклонение фактического состояния системы от планового. Функцией регулирования хода данной работы является устранение рассогласований между истинным и плановым интегральными объёмами. Поэтому в процессе осуществления данной работы с целью контроля приходится сравнивать истинную интегральную величину объёма выполнения работ, являющуюся случайной величиной, с плановым интегральным объёмом в определённые моменты времени t_i, которые должны определяться выбором шага опроса.

2. Модель определения шага опроса системы

Для дальнейших рассуждений по определению шага опроса обратимся к *Рис. 1*, где $V_{пл}(t)$ – плановая интегральная кривая, построенная по оценке среднего времени продолжительности работы; $V_o(t)$ – плановая интегральная кривая, соответствующая оптимистической скорости выполнения работы; $V_{пс}(t)$ – аналогичная кривая, построенная на основе пессимистической оценки; $V(t)$ – фактическая кривая, строящаяся в процессе реализации данной работы.

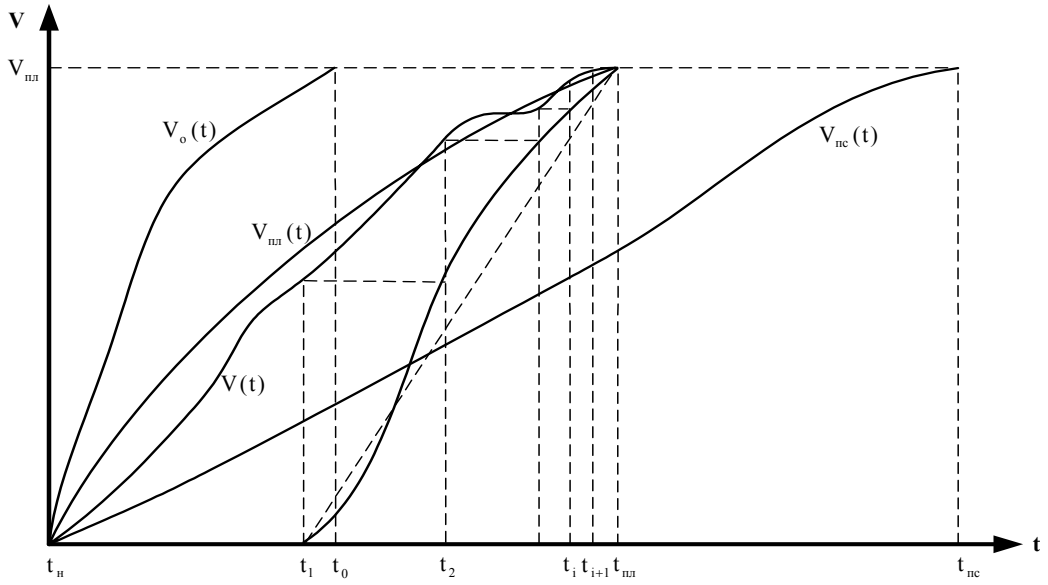


Рис. 1. Графическая оценка момента опроса

Переместим кривую $V_o(t)$ в направлении оси абсцисс таким образом, чтобы точка $(t_o, V_{пл})$ совпала с точкой $(t_{пл}, V_{пл})$. Тогда начальная точка в функции $V_o(t)$ переместится из точки $(t_н, 0)$ в точку $(t_1, 0)$. Очевидно, что если даже до момента t_1 работы вообще не выполнялись, имеется вероятность, отличная от нуля, в случае оптимальных условий использования наличных производительных и материальных ресурсов, выполнить объём работ $V_{пл}$ к сроку $t_{пл}$. Если же опрос будет произведён позже момента времени t_1, то, поскольку наивысшая скорость работ определяется кривой $V_o(t)$, срок $t_{пл}$ уже не может быть обеспечен.

Таким образом, первый опрос может быть произведён в срок, определяемый промежутком $(t_н, t_1)$. Приняв предельное значение t_1 и проведя опрос, мы получим сведения о выполненном объёме работ $V(t_1)$, который равен значению $V(t)$ в точке с абсциссой t_1. Проведя через эту точку кривой $(V(t_1), t_1)$ линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения со смещённой кривой $V_o(t)$, получим точку с абсциссой t_2, определяющую, по ранее приведённым соображениям, предельное значение срока второго опроса. Последующие точки определяются аналогичным образом.

Отметим некоторые особенности предлагаемого метода определения шагов опроса.

1. Шаг опроса получается не постоянным, а переменным; чем ближе работы к завершению, тем чаще осуществляется опрос. Таким образом, для объектов, находящихся в так называемом «пусковом» или «предпусковом» периоде, опрос осуществляется чаще, чем для тех, на которых работы только начаты.
2. Чем лучше идёт работа на объекте, и чем больше превышение $V(t)$ над $V_{пл}(t)$, тем реже осуществляется опрос и тем меньше будет опросов. Наоборот, чем хуже идёт работа на объекте, чем ниже идёт кривая $V(t)$ относительно $V_{пл}(t)$, тем чаще осуществляется опрос, выяснение ситуации на объекте и принятие оперативных управляющих воздействий.
3. Существует опасность, что на некотором шаге опроса (в том числе на первом) мы окажемся на смещённой кривой. Это будет иметь место в том случае, если скорость выполнения работ за время от предыдущего опроса (или от начального момента до первого опроса) до настоящего практически была равна нулю. Эта опасность не очень велика, так как вероятность того, что скорость выполнения работ будет ниже кривой $V_{пс}(t)$, соответствующей пессимистическим оценкам продолжительности работ, весьма мала. Тем не менее такой случай возможен.

Поскольку возможность движения строго по кривой невелика, задача управляющего органа в этом случае состоит в том, чтобы обеспечить наименьшую задержку относительно срока $t_{пл}$, а также изменить условия выполнения работ таким образом, чтобы повысить скорость с тем, чтобы её график прошёл выше определяемой кривой $V(t)$ (путём привлечения дополнительных ресурсов, расширения фронта работ и т.п.).

Аналитическое выражение для предельного момента $(i+1)$-го опроса (*Рис. 2*) имеет следующий вид:

$$t_{i+1} = t_{пл} - (t_{пл} - t_i)\frac{tg\alpha_i}{tg\vartheta}, \qquad (3)$$

где t_i – момент i-го опроса; $tg\alpha_i$ – некоторая средняя скорость, с которой необходимо двигаться, начиная с момента t_i, для того, чтобы объём работы $V_{пл} - V(t_i)$ был бы выполнен к $t_{пл}$; $tg\vartheta$ – некоторая средняя оптимистическая скорость.

Выражение (3) можно также записать в виде

$$t_{i+1} = t_{пл} - (t_{пл} - t_1)\frac{\prod_{k=1}^{i} tg\alpha_k}{(tg\vartheta)^i}. \qquad (4)$$

В реальных системах $tg\vartheta$, очевидно, не остаётся постоянным, так как после каждого опроса пересматриваются все временные оценки, в том числе и оптимистические. В этом случае последующее предельное значение момента опроса t_{i+1} будет определяться точкой пересечения прямой, проходящей через точку кривой $V(t_i)$ и параллельной оси абсцисс, с новой оптимистической интегральной кривой, вид которой определился на i-м шаге. Тогда соотношение (3) для этого случая запишется следующим образом:

$$t_{i+1} = t_{пл} - (t_{пл} - t_i)\frac{tg\alpha_i}{tg\vartheta_i},$$

где $tg\vartheta_i$ – некоторая средняя оптимистическая скорость, характеризующая пересмотренные предельные возможности системы после i-го шага.

Очевидно, аналогичное изменение произойдёт и в формуле (4), которая в этом случае запишется следующим образом:

$$t_{i+1} = t_{пл} - (t_{пл} - t_1)\prod_{k=1}^{i}\frac{tg\alpha_k}{tg\vartheta_k}.$$

Все сказанное выше относилось к случаю, когда скорость выполнения работы не могла быть ниже нуля и для определения предельного момента последующей точки опроса использовалось предельное значение фактической скорости, равное нулю (прямая, параллельная оси абсцисс). Однако с вероятностью, близкой к единице, скорость выполнения работ не будет ниже скорости, определяемой пессимистической временной оценкой. Поэтому, если принять условие, что скорость выполнения работ не может быть ниже некоторой скорости, определяемой кривой $V_{пс}(t)$, то моменты опроса можно найти способом, аналогичным описанному выше, с той разницей, что вместо отрезков, параллельных оси абсцисс, используются отрезки линий, параллельных $V_{пс}$, как это показано на *Рис. 2* для случая линейного представления функций $V_o(t)$ и $V_{пс}(t)$.

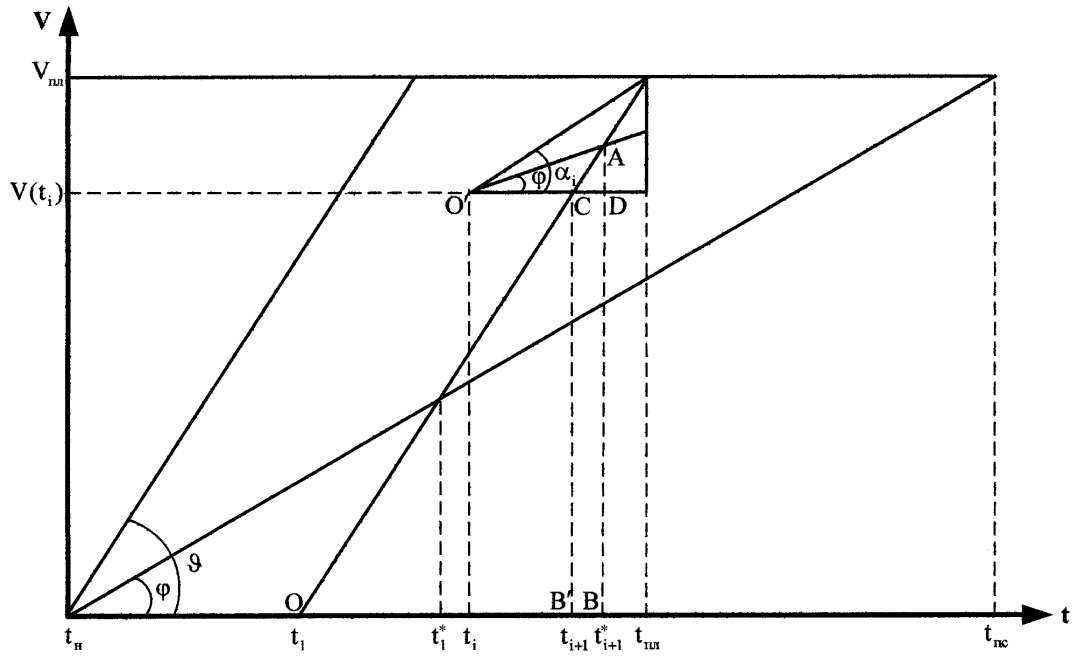


Рис. 2. Случай линейного представления скоростей $V_o(t)$ и $V_{пс}(t)$

Аналитическое выражение для предельного момента $(i+1)$-го опроса в этом случае будет иметь следующий вид:

$$t_{i+1}^* = \frac{tg\vartheta - tg\alpha_i}{tg\vartheta - tg\varphi} t_{пл} + \frac{tg\alpha_i - tg\varphi}{tg\vartheta - tg\varphi} t_i^*, \tag{5}$$

где t_i^* – момент предыдущего опроса, $tg\varphi$ – некоторая средняя пессимистическая скорость, соответствующая кривой $V_{пс}(t)$. Учитывая теперь от шага к шагу пересмотр и изменение временных оценок, выражение (5) запишем следующим образом:

$$t_{i+1}^* = \frac{tg\vartheta_i - tg\alpha_i}{tg\vartheta_i - tg\varphi_i} t_{пл} + \frac{tg\alpha_i - tg\varphi_i}{tg\vartheta_i - tg\varphi_i} t_i^*. \tag{6}$$

Преимущество опроса контролируемой системы по указанному алгоритму по сравнению с предыдущим заключается в том, что, почти не изменяя вероятности достижения $V_{пл}$ к плановому сроку $t_{пл}$, мы существенно понижаем частоту опроса, что означает понижение затрат на контроль при практически той же эффективности опроса.

3. Модель оценки количества профилактических опросов

Рассмотренная выше модель оперативного контроля позволяет в некотором смысле оптимально решить вопрос определения частоты опросов для любого ранга иерархической системы управления.

Если на низшем ранге, как уже рассматривалось выше, система может контролировать выполнение одной работы любой длительности, то на более высоких рангах она контролирует любую группу работ независимо от их количества. Особенность контроля на разных рангах связана лишь с тем, что на каждом из уровней приходится контролировать работы разной детализации. Чем выше ранг, тем меньше детализированы работы.

Характерным показателем важности системы, то есть мерой жёсткости условий выполнения некоторого события (например, выполнения определённого объёма работ), может служить требуемая от исполнителей вероятность выполнения данного события к моменту времени $t_{пл}$, которую обозначим через $p_{пл}$. Это соответствует заданию допустимых границ отклонения

$\Delta t_{пл}$ от $t_{пл}$ и означает, что если для окончания рассматриваемой работы необходимо лишь окончание некоторой подработы с пессимистической длительностью меньшей, чем $\Delta t_{пл}$, то можно считать, что данная работа уже выполнена. Поэтому с точки зрения регулирования процесса выполнения работы нет необходимости контролировать работы длительностью меньшей, чем $\Delta t_{пл}$, что, очевидно, делает данный параметр некоторой мерой детализации рассматриваемой работы.

Интересным представляется случай, когда кривая $V(t)$ совпадает с $V_{пл}(t)$, то есть осуществление работы идёт точно по плану. В этом случае опросы, осуществляемые по приведённому алгоритму, будут иметь профилактический характер.

Покажем, что количество профилактических точек опроса n при этом составляет:

- для случая $v_{пс} = 0$ (стратегия I)

$$n = \frac{\ln \dfrac{t_o}{\Delta_{пл} t}}{\ln \dfrac{t_{пл}}{t_o}}; \tag{7}$$

- для случая $v_{пс} \neq 0$ (стратегия II, отображенная на *Рис. 2*)

$$n = \frac{\ln \left\{ \dfrac{t_o \left(t^*_{пл} - t_{пл} \right)}{\Delta_{пл} t \left(t^*_{пл} - t_0 \right)} \right.}{\ln \left\{ \dfrac{t_{пл} \left(t^*_{пл} - t_0 \right)}{t_o \left(t^*_{пл} - t_{пл} \right)} \right.}, \tag{8}$$

где $t^*_{пл}$ означает срок окончания работы, если в течение всего времени её выполнения *использовалась только пессимистическая скорость, но при наихудшем стечении обстоятельств, то есть фактическая скорость равнялась нижней грани пессимистической скорости* $v_{пс}$.

Примем, что используемые интегральные кривые $V_0(t)$ и $V_{пл}(t)$ являются линейными, то есть имеют место соотношения

$$\begin{cases} V_{пл}(t) = \dfrac{V_{пл}}{t_{пл}} t, \\ V_0(t) = \dfrac{V_{пл}}{t_0} t. \end{cases} \tag{9}$$

Сначала рассмотрим случай стратегии I, то есть случай $v_{пс} = 0$.

Можно показать, что имеет место

$$t_{i+1} = t_1 + \frac{V(t_i)}{V_{пл}} \left(t_{пл} - t_1 \right), \tag{10}$$

где $V(t_i) = V_{пл}(t_i)$ есть состояние выполнения работы в i-й момент опроса t_i. Учитывая соотношение

$$\frac{V(t_i)}{V_{пл}} = \frac{t_i}{t_{пл}}, \tag{11}$$

мы можем из формулы (11) получить

$$t_{i+1} = t_1 + \left(1 - \frac{t_1}{t_{пл}} \right) \cdot t_i. \tag{12}$$

Из последнего выражения получим оценку (i + 1) -го момента опроса

$$t_{i+1} - t_i = \left(1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right) \cdot \left(t_i - t_{i-1}\right). \tag{13}$$

Это выражение может быть записано в виде

$$t_{i+1} - t_i = \left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i \cdot t_1 . \tag{14}$$

На основе очевидного соотношения

$$\sum_{i=0}^{\infty}\left(t_{i+1} - t_i\right) = t_{пл}$$

формула (14) преобразуется в

$$t_{пл} = \sum_{i=0}^{\infty}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i \cdot t_1 . \tag{15}$$

Поскольку $t_i < t_{пл}$, можно легко видеть, что правая часть (15) есть сходящийся ряд. Преобразуя (15) в виде

$$t_{пл} = t_1 \sum_{i=0}^{n}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i + t_1 \sum_{i=n+1}^{\infty}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i , \tag{16}$$

можно установить, что значение

$$Q_n = t_1 \sum_{i=n+1}^{\infty}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i$$

есть остаточный член сходящегося ряда (15).

Учитывая, что согласно определения ошибка аппроксимации реализации хода выполнения работы $\Delta t_{пл}$ фактически совпадает с величиной Q_n, положим $Q_n = \Delta t_{пл}$. Формула (16) при этом приобретает следующий вид

$$t_{пл} = t_1 + t_1 \sum_{i=0}^{n}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i + \Delta t_{пл} . \tag{17}$$

Учитывая, что значение под знаком суммирования в (17) есть сумма членов ряда уменьшающейся геометрической прогрессии, получаем

$$t_1 \sum_{i=0}^{n}\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^i = t_{пл} \cdot \left\{\left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right] - \left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^{n+1}\right\}.$$

Подставляя последнее выражение в (17) и выполняя ряд простых преобразований, получаем

$$\frac{\Delta t_{пл}}{t_{пл}} = \left[1 - \frac{t_1}{t_{пл}}\right]^{n+1} , \tag{18}$$

из которого легко определяем

$$n = \frac{\ln \dfrac{\Delta t_{пл}}{t_{пл}}}{\ln\left[1 - \dfrac{t_1}{t_{пл}}\right]} - 1 . \tag{19}$$

Поскольку (см *Рис. 2*) имеет место $t_{пл} - t_1 = t_0$, можно сделать вывод о том, что имеет место равенство (7), то есть наше утверждение в случае стратегии I окончательно доказано

$$n = \frac{\ln \frac{\Delta t_{пл}}{t_0}}{\ln \frac{t_0}{t_{пл}}}. \qquad (20)$$

Доказательство истинности соотношения (8) в случае стратегии II осуществлено в [6]. Из соотношений (7) и (8) вытекает, что в случае $v_{пс} > 0$, то есть $t^*_{пл} < \infty$, значение (8) всегда меньше величины (7), то есть стратегия II является более эффективной, нежели стратегия I. Последнее полностью подтверждает выводы предыдущего раздела.

4. Использование модели опроса в иерархических системах

В качестве типовой иерархической системы рассматривается сетевая модель большого объёма с произвольным числом работ на критическом пути и с некоторым начальным и конечным событиями A и B. Произведём следующую нумерацию иерархической структуры: верховный элемент назовём элементом нулевого ранга и с понижением ранга будем увеличивать его номер. Очевидно, можно считать, что каждая элементарная работа, которая входит в данную сеть, составляет k-й, оконечный, ранг некоторой иерархической структуры управления рассматриваемыми разработками и $(k-1)$-й ранг этой структуры – одна укрупнённая работа, включающая в себя всю данную сеть. Другими словами, будем рассматривать каждую элементарную работу, входящую в указанную сеть, как подсистему k-го ранга некоторой большой системы. Здесь под подсистемой подразумевается подчинённая управляемая система, алгоритм функционирования которой направлен на реализацию алгоритма управления большой системой в соответствии с принятыми критериями управления.

Выберем из всех m работ, лежащих на критическом пути, некоторую i-ю работу, для которой число профилактических опросов, выраженное формулой (7), окажется минимальным, то есть

$$N_i = \min_{1 \le r \le m} N_r = \min_{1 \le r \le m} \frac{\ln \frac{\Delta t_{плг}}{t_{or}}}{\ln \frac{t_{or}}{t_{плг}}},$$

где, очевидно, имеет место неравенство

$$\Delta t_{плг} < t_{or} < t_{плг}.$$

Если каждая работа, лежащая на критическом пути, опрашивается указанное число раз, то соответствующее минимальное число опросов, необходимое для опроса всего критического пути, очевидно, будет равно

$$mN_i = m \min_{1 \le r \le m} N_r,$$

где N_i – минимальное число опросов, необходимое для опроса критического пути при принятой детализации $t_{плi}$, определяемой рангом k.

Рассмотрим теперь указанную сеть как одну работу (A,B) с некоторыми характеристическими параметрами $T_{пл}$, T_o и $\Delta T_{пл}$, которые, допустим, связаны с параметрами i-й работы следующим образом:

$$\left.\begin{aligned} T_{пл} &= j_1 t_{плi}, \\ T_o &= j_2 t_{oi}, \\ \Delta T_{пл} &= j_3 \Delta t_{плi}, \end{aligned}\right\}. \qquad (21)$$

где j_1, j_2 и j_3 – произвольные неотрицательные числа, большие единицы, и допустим, что

$$j_1 \ge j_2 \ge j_3.$$

Предъявим теперь рассматриваемой иерархической структуре вполне закономерное требование, заключающееся в том, чтобы с изменением ранга (с уменьшением номера ранга) уменьшалось бы необходимое для управления число опросов. При этом нашему требованию придадим следующий вид:

$$N^* < N_i,$$

где N^* – число опросов, необходимое для опроса работы (A,B) с точки зрения детализации $(k-1)$-го ранга, то есть по параметрам (21). Для того чтобы было осуществлено указанное условие, а также очевидные неравенства

$$j_1 t_{плi} \ge j_2 t_{oi} \ge j_3 \Delta t_{плi},$$

требуется наложить ограничения на величины j_1, j_2 и j_3.

Поступаем следующим образом:

$$N^* = \ln \frac{\dfrac{j_3 \Delta t_{плi}}{j_2 t_{oi}}}{\dfrac{j_2 t_{oi}}{j_1 t_{плi}}} = \frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2} + \ln \dfrac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1} + \ln \dfrac{t_{oi}}{t_{плi}}} \le \frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1}} + \frac{\ln \dfrac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}}}{\ln \dfrac{t_{oi}}{t_{плi}}} = \frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1}} + \min_{1 \le r \le m} N_r \le$$

$$\le \frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1}} + m \min_{1 \le r \le m} N_r = \frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1}} + (m-1) \min_{1 \le r \le m} N_r + \min_{1 \le r \le m} N_r .$$

Отсюда видно, что для выполнения условия $N^* = \min\limits_{1 \le r \le m} N_r$ достаточно, чтобы

$$\frac{\ln \dfrac{j_3}{j_2}}{\ln \dfrac{j_2}{j_1}} + (m-1) \min_{1 \le r \le m} N_r \le 0. \qquad (22)$$

Запишем это неравенство в следующем виде:

$$\ln \frac{j_3}{j_2} \ge (m-1) \min_{1 \le r \le m} N_r \ln \frac{j_1}{j_2}.$$

Далее, учитывая, что $\min\limits_{1 \le r \le m} N_r = \dfrac{\ln \dfrac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}}}{\ln \dfrac{t_{oi}}{t_{плi}}}$, и проведя простейшие преобразования, получим первое достаточное условие в виде

$$\frac{j_3}{j_2} \ge \left(\ln \frac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}} \right)^{(m-1)}.$$

С другой стороны, учитывая условие, ранее наложенное на систему: $T_o \ge \Delta T_{пл}$, то есть $j_2 t_{oi} \ge j_3 \Delta t_{плi}$, имеем $\dfrac{j_3}{j_2} \le \dfrac{t_{oi}}{\Delta t_{плi}}$. Следовательно, имеет место:

$$\left(\frac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}} \right)^{(m-1)} \le \frac{j_3}{j_2} \le \frac{t_{oi}}{\Delta t_{плi}}. \qquad (23)$$

Затем, используя неравенство (22), подобным же образом проведя соответствующие подстановки и преобразования, получим ещё одно достаточное условие:

$$\frac{t_{oi}}{t_{плi}} \le \frac{j_2}{j_1} \le \left(\frac{t_{плi}}{t_{oi}}\right)^{\frac{1}{(m-1)}}. \qquad (24)$$

Отметим, что полученные достаточные условия являются также и необходимыми. В результате имеем, что необходимым и достаточным условием для выполнения неравенства $N^* = \min N_r$ является выполнение между величинами j_1, j_2 и j_3, $1 \le r \le m$, определяющими характеристические параметры $(k-1)$-го ранга, следующих соотношений:

$$\left(\frac{\Delta t_{плi}}{t_{oi}}\right)^{(m-1)} \le \frac{j_3}{j_2} \le \frac{t_{oi}}{\Delta t_{плi}},$$

$$\frac{t_{oi}}{t_{плi}} \le \frac{j_2}{j_1} \le \left(\frac{t_{плi}}{t_{oi}}\right)^{\frac{1}{(m-1)}}. \qquad (25)$$

Условия (25) являются одними из достаточных условий при синтезе оптимальных иерархических структур.

5. Заключение

1. Разработанные модели оптимального опроса системы могут быть использованы для широкого класса человеко-машинных или полуавтоматических систем, функционирующих в обстановке случайных воздействий. Эти модели являются важной составной частью блока сбора информации о состоянии объекта управления.
2. Описанные в работе модели используются при контроле хода производства с тремя возможными скоростями – оптимистической, плановой и пессимистической, каждая из которых носит случайный характер. Полученные результаты могут быть расширены на случай произвольного количества альтернативных скоростей [3,5], что позволяет объединить модели опроса системы с моделями управляющих воздействий.

Литература

[1] Elsayed A.E. and Boucher T.O. (1985) *Analysis and Control of Production Systems*. Prentice Hall International, New York.

[2] Kusiak A. (ed.) (1986) *Flexible Manufacturing Systems; Methods and Studies* **12**, Series: Studies in Management Science and Systems, North-Holland, Amsterdam.

[3] Бабунашвили М.К., Бермант М.А. и Руссман И.З. (1969) Управление в организационных системах. *Экономика и математические методы,* ч.I, **5(2)**, 71-83; ч.II, **7(3)**, 21-41.

[4] Коновалов Л.В., Голенко-Гинзбург Д.И. (1999) Рациональная стратегия контроля объёма производства и технического обслуживания типа «человек-машина». *Вестник Машиностроения* **3**, 42-45.

[5] Golenko-Ginzburg D., Sinuany-Stern Z. (1989) Production control with variable speeds and inspection points. *Int. J. Prod. Res.* **27(4)**, 629-636.

[6] Golenko-Ginzburg D. (1989) Estimating the number of control points for production systems with variable speeds. *Engineering Costs and Production Economics* **16**, 97-102.

[7] Golenko-Ginzburg D., Sinuany-Stern Z. (1993) Hierarchical control of semi-automated production systems . *J. Prod. Plan. & Contr.* **4(4)**, 361-370.

[8] Pervozvanskiy A.A. and Sheinis I. Ye. (1994) Kanban system as a manufacturing control system with feedback. *J. Comp. Syst. Sci. Internat*. **32(4)**, 153-163.

Received on the 25th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 26-36
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ДОХОДНУЮ НЕДВИЖИМОСТЬ

Л.Л.УСТИНОВИЧ, В.С. ПОДВЕЗЬКО, А. Н. КАРАБЛИКОВ

Вильнюский Технический университет им. Гедиминаса, Саулетекио аллея 11, Вильнюс, LT –2040, Литва

Рассматривается возможность создания математических моделей для определения зон различной степени риска инвестиций в доходную недвижимость. Результатом моделирования являются наиболее вероятные интервалы возможных вариаций параметров. Описывается комплекс зависимостей, составляющих математические модели определения стоимости покупки, ремонта и продажи отремонтированных офисных помещений.
Ключевые слова: стоимость, инвестиции, множества, зависимость, модель, зоны риска.

1. Введение

Финансируя инвестиции в недвижимость, особенно доходную, исключительно важно адекватно оценить тенденции развития рынка и закономерность управления подобного рода объектами. Успех (эффективность) инвестиционного проекта зависит в первую очередь от правильности и полноты исследований рынка и методов управления недвижимостью, надежности полученных результатов и их квалифицированной обработки с использованием различных математических моделей [1,2].

Успех инвестиционных проектов от создания и эксплуатации объектов доходной недвижимости в условиях рыночной экономики во многом определяется качеством информации, на основе которой принимаются основные финансовые решения [3].

Объекты доходной недвижимости, как и другая недвижимость отличается от прочих товаров множеством особенностей, среди которых можно выделить долговечность, постоянное местонахождение, уникальность каждого объекта, большая инертность как товара [4]. Из-за этих особенностей рынок доходной недвижимости имеет свою специфику. По сравнению с развитой моделью конкурентного рынка прочих товаров рынок недвижимости можно считать недостаточно совершенным [4]. Кроме того, для рынка доходной недвижимости характерны такие элементы, как частный характер сделок, скудность информации о товарах и ситуации на рынке, ненадежность этой информации, кажущаяся нелогичность сделок, неэластичность предложений, а также картельные соглашения в вопросах управления недвижимостью. В этих условиях особое значение преобретают достоверность и полнота информации, достаточной для её математической обработки и принятия на этой основе рациональных решений по инвестициям в доходную недвижимость и её управлению.

Строимость продаж, как и стоимость аренды во многом зависит от качества здания. По этому признаку различаются три основных класса зданий: A, B и C.

Требования к оффисным зданиям **класса A**: кондиционеры,современный лифт, круглосуточная охрана помещений, автомобильная стоянка, все виды связи, система эксплуатации здания, внутренний двор, новые информационные технологии. Качество офисных зданий **класса B** также достаточно высокого уровня, но в них может отсутствовать система кондиционирования, лифт, или недостаточно хорошо решена проблема парковки автотранспорта. Здания **класса C** имеют среднее качество. Практически они могут не удовлетворять ни одному из перечисленных для класса A требований. Чаще всего это здания старой постройки.

Можно утверждать, что существует прямая зависимость между стоимостью ремонтно-строительных работ и стоимостью продаж объектов доходной недвижимости. Вместе с тем, на стоимость продаж оказывают существенное влияние и другие факторы, не зависящие от класса здания – макроэкономическая ситуация в стране, деятельность конкурентов, инфраструктура и другие, трудно прогнозируемые ситуации рынка. Поэтому не всегда увеличению стоимости

ремонтно-строительных работ сопутствует рост стоимости продажи. Изложенное можно проиллюстрировать графически (рис.1).

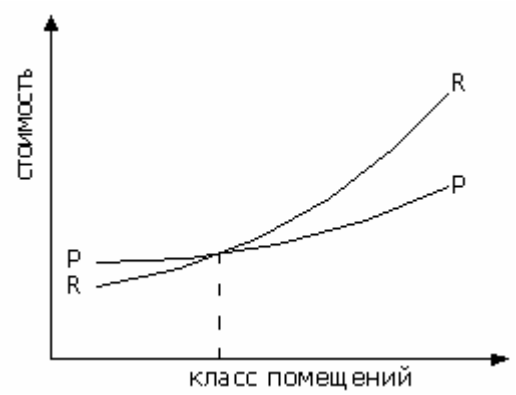


Рис.1, Соотношения между стоимостью отделки помещений и ценой их продажи (теоретическая)

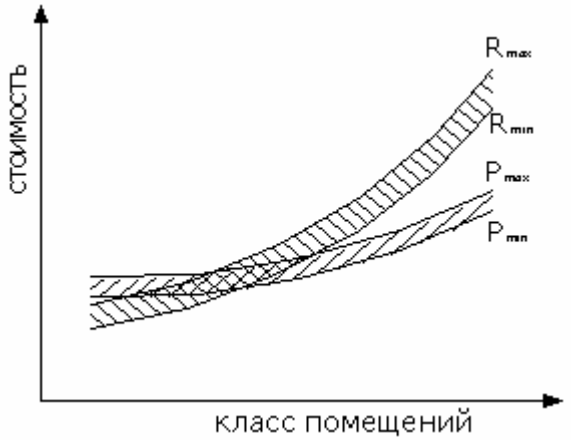


Рис. 2. Области стоимости отделки помещений и цены их продажи (реальная)

Здесь R – цена ремонта помещений (с учетом начальной стоимости их покупки), P – цена продажи помещений, подготовленных для коммерческой деятельности. В интервале OA инвестиции обеспечивают гарантированную прибыль, превысив отметку A они становятся убыточными.

На практике цена ремонта помещений R и стоимость их ремонта P в различных ситуациях представляют собой множество значений из областей, ограниченных соответственно кривыми $R_{мин}$ ... R_{max} и $P_{мин}$ ...P_{max} (рис.2). Поэтому реально можно говорить не о конкретных значениях прибыльных или убыточных инвестиций, а об отдельных участках на графике (зонах), где существует различная степень риска инвестора. Эти зоны могут быть классифицированы как зона инвестиций без риска, зона инвестиций нормального риска, зона убыточных инвестиций. Нахождение этих зон является главной целью настоящей работы, а для ее достижения используются методы математического моделирования.

2. Основы нахождения различных зон риска инвестиций

Методы моделирования широко применяются при решении задач стратегического планирования и финансирования инвестиций крупными промышленными комплектами [5]. В последнее время они все чаще используются и небольшими производственными формами, а также при решении вопросов планирования и управления строительством [6].

Каждый конкретный случай математического моделирования специфичен и зависит от конкретной области применения [7]. В редких случаях модель, используемая в одном из направлений науки или практики может быть использована без принципиальных изменений в других областях. Большинство из используемых экономических моделей являются дискретными, т. е. исходными данными и результатами расчета являются отдельные конкретные значения [8]. В предлагаемой модели основой моделирования являются наиболее вероятные интервалы возможных вариаций параметров. Целью моделирования является нахождение зон, характеризующих качество инвестиционных решений.

Обозначения: k – класс помещений; k=1,2,3,… ($k \in N$) ; $P(k)$ – цена продажи помещений; $P_{\min}(k)$, $P_{\max}(k)$ – минимальная и максимальная цены продажи помешений; $R(k)$, $R_{\min}(k)$, $R_{\max}(k)$ – цена ремонта, минимальная и максимальная цены ремонта (с учетом начальной стоимости покупки помещений); $\overline{P}(k)$, $\overline{R}(k)$ – соответствующие средние цены.

По статистическим данным $P_{\min}(k)$, $P_{\max}(k)$, $R_{\min}(k)$, $R_{\max}(k)$, где k=$k_{\min}$, $k_{\min}$+1, …, $k_{\max}$ вычисляются интерполяционные многочлены степени $n = k_{\max} - k_{\min}$ вида $a_n k^n + a_{n-1}k^{n-1} + ... + a_1 k + a_0$ для всех зависимостей $P_{\min}(k)$, $P_{\max}(k)$, $\overline{P}(k)$, $R_{\min}(k)$, $R_{\max}(k)$, $\overline{R}(k)$, где переменная k изменяется не дискретно, а непрерывно: $k_{\min} \le k \le k_{\max}$. Это множество обозначим K.

2.1. ЗОНА ИНВЕСТИЦИЙ БЕЗ РИСКА

Эта зона, где минимальная цена продажи помещений $P_{\min}(k)$ выше максимальной стоимости ремонта (с учетом начальной цены покупки помещений) $R_{\max}(k)$, т.е. находится множество K_+ значений k, удовлетворяющих неравенству $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) > 0$. Это множество может быть пустое Ø, либо объединение отдельных интервалов из $k \in [k_{\min}, k_{\max}]$ (рис. 3).

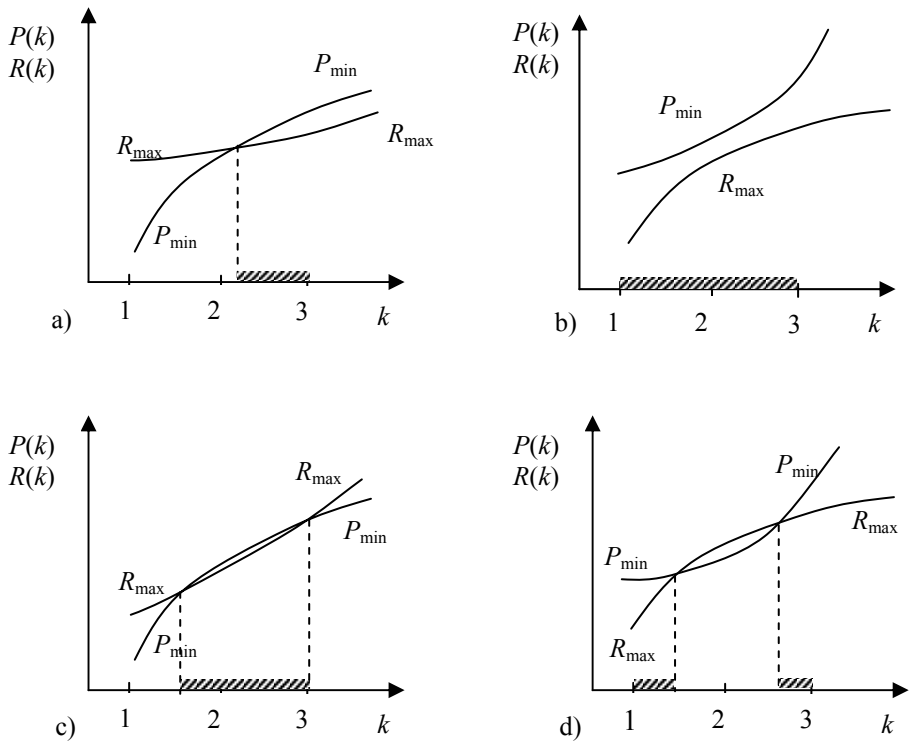


Рис.3. Примеры возможных инвестиций без риска

2.2. НАХОЖДЕНИЕ БЕЗРИСКОВОЙ ЗОНЫ K_+

Рассматриваемый алгоритм состоит из следующих этапов:

1) Находятся действительные корни $k_1 < k_2 < k_l \quad (l \le n)$ многочлена $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) = 0$, принадлежащие отрезку $[k_{\min}, k_{\max}]: k_i \in [k_{\min}, k_{\max}], i = 1,...,l.$
2) Устанавливаются знаки разности $P_{\min}(k) - R_{\max}(k)$ во всех интервалах $(k_{\min}, k_1), (k_1, k_2), ..., (k_l, k_{\max})$; в силу непрерывности функции $P_{\min}(k) - R_{\max}(k)$ достаточно установить знак, т.е. вычислить значения выражения, в любой одной точке каждого из интервалов.
3) Выбираются из полученных интервалов те, в которых разность $P_{\min}(k) - R_{\max}(k)$ положительна (если такие интервалы существуют), это и есть множество K_+.

Если множество K_+ совпадает с отрезком $[k_{\min}, k_{\max}]$, то следовательно весь интервал $k_{\min} \le k \le k_{\max}$ является зоной инвестиций без риска и поиск других зон инвестиций не производится.

2.3. ЗОНА ИНВЕСТИЦИЙ НОРМАЛЬНОГО (МИНИМАЛЬНОГО) РИСКА $K_=$

Эта зона $\overline{K}$, где средняя цена продажи помещений $\overline{P}(k)$ выше средней цены ремонта (с учетом начальной цены покупки помещений) $\overline{R}(k)$, за исключением зоны инвестиций без риска K_+: $K_= = \overline{K} \setminus K_+$. Конкретные случаи аналогичны представленным на Рис.3. Один из возможных вариантов изображен на рис. 4.

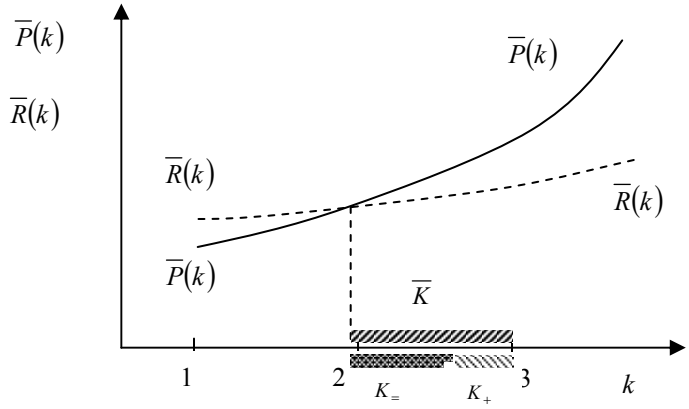


Рис.4. Пример нахождения зоны нормального (минимального) риска

2.3. НАХОЖДЕНИЕ ЗОНЫ $K_=$

Рассматриваемый алгоритм состоит из следующих этапов:

1) Находятся действительные корни $\overline{k}_1 < \overline{k}_2 < \overline{k}_m \quad (m \le n)$ многочлена $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) = 0$, принадлежащие отрезку $[k_{\min}, k_{\max}]: k_j \in [k_{\min}, k_{\max}], j = 1,...,m.$
2) Находятся знаки разности $\overline{P}(k) - \overline{R}(k)$ во всех интервалах $(k_{\min}, \overline{k}_1), (\overline{k}_1, \overline{k}_2), ..., (\overline{k}_m, k_{\max})$, т.е. вычисляются значения разности в любой (одной) точке каждого из интервалов.
3) Из полученных интервалов выбираются те, в которых разность $\overline{P}(k) - \overline{R}(k)$ положительна. Это и есть зона $\overline{K}$.

4) Из интервалов зоны $\overline{K}$ исключаются общие интервалы зоны K_+, т.е. находится $K_= = \overline{K} \setminus K_+$ (Рис. 4)

Если зона $\overline{K}$ совпадает со всем интервалом $k_{\min} \le k \le k_{\max}$, то поиск других зон инвестиций не производится.

2.5. ЗОНА ПОВЫШЕННОГО РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ K_0 И ЗОНА УБЫТОЧНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ K_-

Эти две зоны находятся либо одновременно, либо вначале находится зона K_-, а затем уже K_0. Зона убыточных инвестиций K_- (если такая существует) – это зона, где максимальная цена продажи помещений $P_{\max}(k)$ ниже минимальной стоимости ремонта (с учетом начальной цены покупки помещений) $R_{\min}$ (Рис. 5).

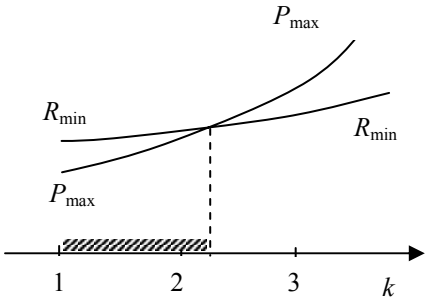


Рис.5. Пример нахождения зоны повышенного риска инвестиций и зоны убыточных инвестиций

Нахождение зоны K_- аналогично нахождению зоны K_+: это интервалы, где разность $R_{\min}(k) - P_{\max}(k)$ положительна. Зона повышенного риска инвестиций K_0 – это зона, где средняя цена продажи помещений $\overline{P}(k)$ ниже средней стоимости ремонта (с учётом начальной цены) $\overline{R}(k)$, исключая зоны K_-, где максимальная цена продажи помешений $P_{\max}(k)$ ниже минимальной цены ремонта $R_{\min}(k)$. Зона K_0 может быть найдена как разность всего интервала $K = \{k_{\min} \le k \le k_{\max}\}$ и найденных ранее множеств $K_0 = K \setminus (K_+ \cup K_= \cup K_{\max})$. Множество K_0 как и K_- может быть пустое множество Ø. Эта зона K_0 может быть найдена и аналогично нахождению зоны $K_=$: определяются интервалы, где разность $\overline{P}(k) - \overline{R}(k)$ отрицательна и из полученных интервалов исключается множество K_- (а возможно и найденные ранее множества K_+ и $K_=$).

Применение предложенного метода может быть продемонстрировано на примере переоборудования и последующей продажи офисных помещений в г. Вильнюс.

3. Исходная информация для разработки математических моделей

Инвестициям в Литве благоприятствуют положительные изменения в экономике, правовая система Литвы, улучшающиеся условия кредитования, финансовые показатели которых напрямую поощряют инвестирование. Важным моментом в правовой системе является отсутствие ограничений для иностранцев на покупку любого здания в Литве.

В настоящее время рынок доходной недвижимости в Литве заметно оживился, особенно в сфере аренды. Наибольшим спросом пользуются современные офисные помещения в новых зданиях. С учетом возросших требований к качеству помещений спрос на них превышает предложение. Наиболее популярна аренда помещений площадью 50-150 кв.м. Важным условием

является их универсальность, т. е. возможность удовлетворять требованиям самых разных арендаторов.

Стоимость аренды офисных помещений в Литве, хотя и несколько выше, чем в соседних Латвии и Эстонии, значительно уступает большинству крупных городов Европы. По этому показателю Литву можно отнести к региону Средней и Восточной Европы, который составляют бывшие республики СССР или страны бывшего соц. лагеря (Польша, Чехия, Венгрия, Румыния).

Начальная цена покупки недвижимости зависит в первую очередь, от её местоположения, а также от инженерно-технического состояния здания, инфраструктуры, инженерных сетей и других факторов. Городскую территорию можно разделить на зоны, в пределах которых стоимость покупаемой недвижимости будет примерно одинаковой. Пример такого деления на зоны для г.Вильнюс приведен в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1. Значения начальных цен покупки недвижимости в различных районах г.Вильнюса

No место нахождения	Зоны территории г. Вильнюс	Значения начальных цен покупки
1.	Новые спальные районы (Шяшкине,Балтупяй,Лаздинай)	1000
2.	Шнипишкес, Жирмунай	1100
3.	пр.Саванорю и др.	1400
4.	Пашилайчяй (ул.Укмяргес)	1400
5.	ул.Альгирдо, Швитригайлос, Наугардуко, Миндауго	1500
6.	Антакальнис (район города)	2200
7..	ул. И.Басанавичяус,Пилимо	1600
8..	ул. Ясинскё, Паменкальнё	1300
9..	Маленькие улицы старого города	2000
10.	Жверинас (район города)	1600
11.	ул. Траку, Вильняус	2400
12.	ул.Каштону, Шярмукшню, Васарё - 16, Якшто	2400
13.	ул. Диджёи, Пилес, Вокечю	2800
14.	пр. Гедимина (центр)	3200

3.1. РЕМОНТ ПОМЕЩЕНИЙ

Изучив ситуацию на рынке недвижимости, оценив предложения конкурентов и спрос на офисные помещения разных классов, можно выделить четыре категории ремонтных работ, различающихся сложностью, используемыми материалами и, соответственно, стоимостью отделки помещений. Это – высококачественная отделка (класс А, или 3), улучшенная отделка (класс В, или 2), средняя отделка (класс С, или 1), простая отделка.

На основе выполненых расчетов сформирована таблица и вычерчены графики уровня цен 1 м^2 общей площади офисного помещения в зависимости от класса отделки (рис.6). Поскольку разные помещения имеют множество индивидуальных отличий, установить точное значение цены 1 м^2 не представляется возможным. Поэтому цены офисных помещений указываются не одним числовым значением, а интервалом между минимальной и максимальной ценой 1 м^2, которые используются в дальнейших расчетах.

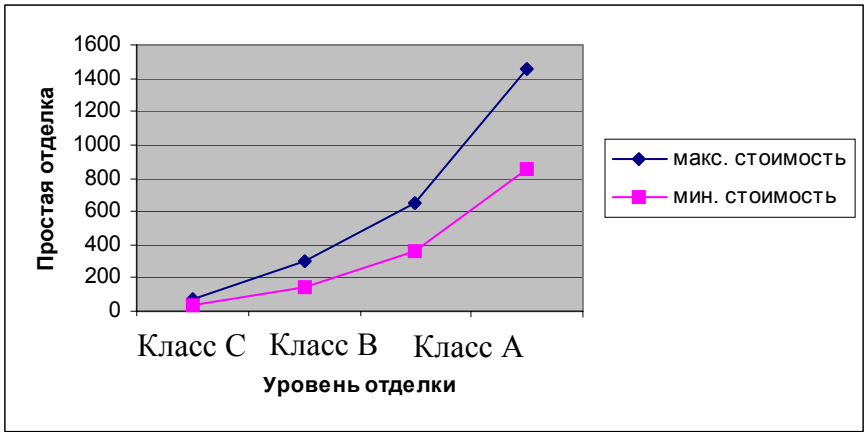


Рис. 6. Стоимость ремонта помещений

Стоимость продажи офисных помещений. Рыночная стоимость оборудованных офисных помещений зависит, главным образом, от местонахождения здания и уровня отделки помещений. Как в случае с покупкой недвижимости, территорию г.Вильнюс можно разделить на зоны, в пределах которых рыночная стоимость офисных помещений примерно одинакова. Естественно, говорить о каких-то конкретных цифровых значениях в данной ситуации нереально. Поэтому приведенные в таблице 2 стоимости продажи офисных помещений указаны в виде интервала между минимальным и максимальным значениями.

ТАБЛИЦА 2. Стоимость продажи офисных помещений на территории г.Вильнюс

No место нахож дения	Зоны г. Вильнюс (x_2)	Стоимость продажы офисных помещений			
		Интервал значений	Категория отделки помещений		
			Класс С (1 кат.)	Класс В (2 кат.)	Класс А (3 кат.)
1.	Новые спальные районы (Шяшкине,Балтупяй,Лаздинай)	макс./мин.	1600/1200	2400/1400	2600/2400
2.	Шнипишкес, Жирмунай	макс./мин.	2000/1200	2400/1600	2600/2400
3.	пр.Саванорю и др.	макс./мин.	2400/1600	2800/2000	3400/3200
4.	Пашилайчяй (ул.Укмяргес)	макс./мин.	2400/1600	3200/2000	3400/3200
5.	ул.Альгирдо, Швитригайлос, Наугардуко, Миндауго	макс./мин.	2400/1600	3200/2400	3600/3400
6.	Антакальнис (район города)	макс./мин.	2400/1600	3200/2400	4000/3800
7.	ул. И.Басанавичяус,Пилимо	макс./мин.	2800/1600	3200/2400	4000/3800
8.	ул. Ясинскё, Паменкальнё	макс./мин.	3200/1800	3600/2800	4000/3800
9.	Маленькие улицы старого города	макс./мин.	3200/2400	3800/3200	4000/3900
10.	Жверинас (район города)	макс./мин.	3200/2400	3600/2800	4800/4400
11.	ул. Траку, Вильняус	макс./мин.	3600/2400	4400/3600	4800/4400
12.	ул.Каштону, Шярмукшню, Васарё - 16, Якшто	макс./мин.	4000/2400	4600/3600	4800/4400
13.	ул. Диджёи, Пилес, Вокечю	макс./мин.	4800/2800	6000/4400	6400/6200
14.	пр. Гедимина (центр)	макс./мин.	6000/3200	7500/5200	8000/7800

3.2. ПРИМЕРЫ НАХОЖДЕНИЯ ЗОН РАЗЛИЧНОГО РИСКА ИНВЕСТИЦИЙ

Проиллюстрируем наш метод установления различных зон, используя в качестве основы реальные данные отдельных районов г. Вильнюса.

Пример 1. Минимальная цена продажи помещений для классов помещений k = 1;2;3 соответственно P_1 = 545, P_2 = 1430, P_3 = 2500, и интерполяционный многочлен:
$P_{\min}(k) = 92{,}5k^2 + 607{,}5k - 155.$

Максимальная цена продажи помещений R_1 = 1252 , R_2 = 1698 , R_3 = 2433, и многочлен: $R_{\max} = 144{,}5k^2 + 12{,}5k + 1095.$ Исследуем выражение: $P_{\min} - R_{\max} = -52k^2 + 595k - 1250.$ Разность положительна в интервале (2,77;3) – это и есть зона K_+ инвестиций без риска. Для средних значений $\overline{P}_1 = 974{,}5$, $\overline{P}_2 = 1769$, $\overline{P}_3 = 2526{,}5$, рассчитываем $\overline{P}(k) = -18{,}5k^2 + 850k + 143,$ а для средних $\overline{R}_1 = 1184$, $\overline{R}_2 = 1540{,}5$, $\overline{R}_3 = 2137{,}5$: $\overline{R}(k) = 120{,}25k^2 - 4{,}25k + 1068.$ Разность $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) = -138k^2 + 854{,}25k - 925$ положительна в интервале (1,4;2,77) – зоне инвестиций нормального риска $K_=$. Зоны убыточных инвестиций K_-, очевидно, не существует: все максимальные цены продажи помещений P_1 = 1404, P_2 = 2108 и P_3 = 2553 значительно превосходят соответствующие минимальные цены ремонта R_1 = 1116, R_2 = 1382 и R_3 =1842.
Оставшаяся зона, т.е. интервал (1; 1,4), есть зона K_0 повышенного риска инвестиций.

Пример 2. Для минимальных значений P_1 = 1589, P_2 = 2474, P_3 = 3674 и максимальных значений R_1 = 2600, R_2 = 2850, R_3 = 3650, расчитываем $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) = -117{,}5k^2 + 987{,}5k - 1881$. Разность $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) > 0$ в интервале (2,92; 3] - зоне K_+ инвестиций без риска. Для средних значений $\overline{P}_1 = 1994{,}5$, $\overline{P}_2 = 2837$, $\overline{P}_3 = 3837$ и соответствующих $\overline{R}_1 = 2470$, $\overline{R}_2 = 2705$, $\overline{R}_3 = 3350$, расчитываем $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) = -126{,}25k^2 + 986{,}25k - 1155{,}5$ откуда зона инвестиций нормального риска $K_=$ интервал (1,435; 2,92), где разность $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) > 0$. В зоне убыточных инвестиций K_-, выражение $R_{\min}(k) - P_{\max}(k) > 0$. По значениям P_1 = 2400, P_2 = 3200, P_3 = 4000 и R_1 = 2340, R_2 = 2560 , R_3 = 3050 рассчитываем выражение: $R_{\min}(k) - P_{\max}(k) = 135k^2 - 985k + 790.$ Эта разность во

всем интервале [1; 1,435) отрицательна т.е. зоны убыточных инвестиций не существует: $K_{-} \sim \varnothing$. Оставшаяся зона, т.е. интервал [1; 1,435), есть зона K_0 повышенного риска инвестиций, где выражение $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) < 0$.

Пример 3. Для значений P_1 = 2400, P_2 = 3600, P_3 = 4400 и R_1 = 2651, R_2 = 3098, R_3 = 3834, расчитываем $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) = -344{,}5k^2 + 1766{,}5k - 1693$, откуда зона K_{+} инвестиций без риска (1,25; 3]. Для значений $\overline{P}_1 = 3336{,}5$, $\overline{P}_2 = 4288{,}5$, $\overline{P}_3 = 4911{,}5$ и $\overline{R}_1 = 2583{,}5$, $\overline{R}_2 = 2940{,}5$, расчитываем $\overline{P}(k) - \overline{R}(k) = -284{,}75k^2 + 1449{,}25k - 411{,}5$ откуда зона инвестиций нормального риска $K_{=}$ интервал [1;1,25). Очевидно, других возможных зон инвестиций не существует. Различные районы города или страны могут иметь идентичные инвестиционные условия. Накапливая статистическую информацию и группируя районы с похожими условиями инвестиций, можно в модель установления различных зон инвестиций, наряду с фактором класса помещений *K,* ввести обобщенный фактор района *r.* Соотвествующие усредненные статистические двухфакторные модели приведены в Таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Зависимости для определения эффективности ремонта офисных помещений

№ зависимости	Коэффициент множественной корреляции	Коэффициент корреляции	F тест	Среднеквадратичная погрешность	Область применения зависимости	Вид зависимости (в полученных моделях используются знвчения *k*=2, 3, 4)
1	1	1	104,24	72	Максимальная стоимость ремонта	$R_{\max} = 225{,}5 - 275{,}9k + 144{,}5k^2$
2	1	1	156,09	35,55	Минимальная стоимость ремонта	$R_{\min} = 152{,}25 - 208{,}55 + 95{,}25k^2$
3	1	1	130,17	53,78	Средняя стоимость ремонта	$R_{cp} = 188{,}88 - 242{,}23k + 548{,}5k^2$
4	0,97	0,98	168,58	2,78	Максимальная цена продажи помещений	$P_{\max} = -1520 + 1368k + 847{,}3r - 135{,}6k^2 - 129{,}7r^2 + + 0{,}74k^3 + 7r^3$
5	0,91	0,949	60,18	4,42	Минимальная цена продажи помещений	$P_{\min} = -1040 + 359{,}7k + 596{,}37r + 66{,}64k^2 - - 82{,}18r^2 + 10{,}096k^3 + 4{,}3658r^3$
6	0,94	0,96	114,38	3,6	Средняя цена продажи помещений	$P_{cp} = -1280 + 863{,}85k + 721{,}84r - 34{,}48k^2 - - 105{,}94r^2 + 5{,}418k^3 + 5{,}6829r^3$

4. Модели определения зон различной степени риска инвестиций для офисных помещений

Используя комплекс зависимостей для определения эффективности ремонта офисов можно сформировать математические модели для определения зон различной степени риска инвестиций.

Так при определение зоны инвестиций без риска, учитывая основной принцип $P_{\min}(k) - R_{\max}(k) > 0$ получена ниже приведенная модель:

$$P_{\min}(k) - R_{\max}(k) = -1040 + 359{,}7k + 596{,}37r + 66{,}64k^2 - 82{,}18r^2 + 10{,}096k^3 + 4{,}3658r^3$$
$$-225{,}5 - 275{,}9k + 144{,}5k^2 = -1265{,}5 + 635{,}6k + 596{,}37r - 77{,}86k^2 - 82{,}18r^2 + 10{,}096k^3 + 4{,}3658r^3$$

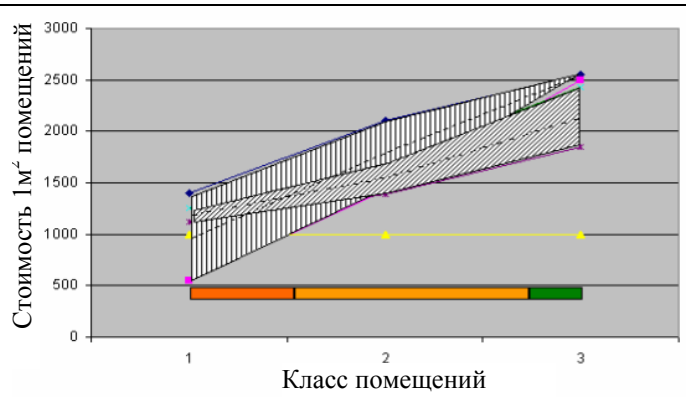
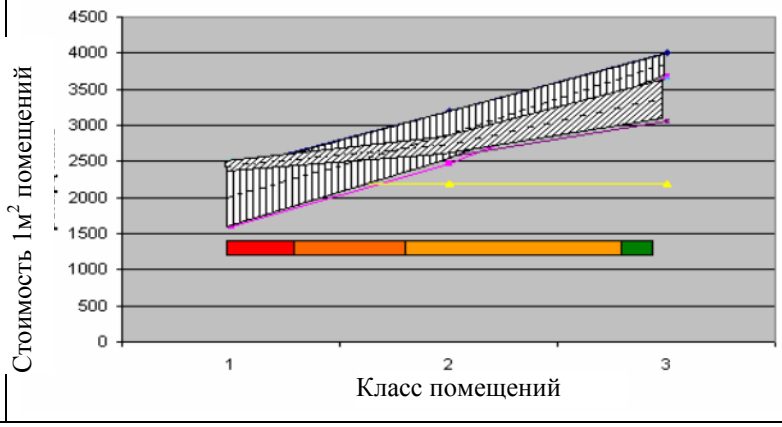
Аналогично получены модели для определения зоны нормального риска, зоны повышенного риска инвестиций и зоны убыточных инвестиций (Табл. 4).

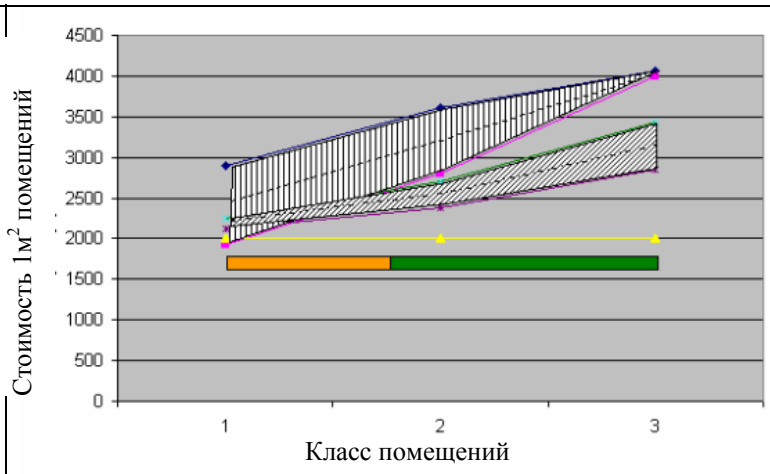
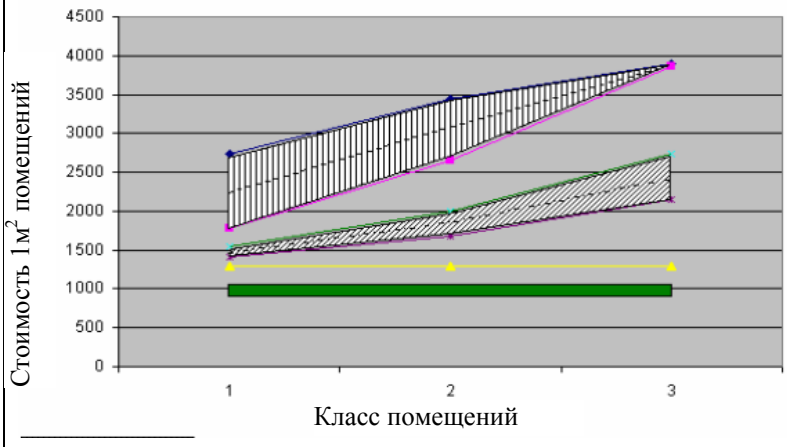
ТАБЛИЦА 4. Модели для определения зон риска

N	Модель для описания	Вид модели
1	Зоны инвестиций без риска	$P_{\min}(k) - R_{\max}(k) = -1265{,}5 + 635{,}6k + 596{,}37r - 77{,}86k^2 - 82{,}18r^2 + 10{,}096k^3 + 4{,}3658r^3$
2	Зоны нормального риска	$\overline{P}(k) - \overline{R}(k) = -734{,}44 + 553{,}04k + 721{,}84r - 291{,}49k^2 - 105{,}94r^2 + 5{,}418k^3 + 5{,}6829r^3$
3	Зоны повышенного риска и зоны убыточных инвестиций	$R_{\min}(k) - P_{\max}(k) = 836{,}13 - 788{,}28k - 847{,}3r + 544{,}05k^2 + 129{,}7r^2 - 0{,}74k^3 - 7r^3$

В результате использования математических моделей для различных райнов г. Вильнюс сформированы графики распределения зон различной степени риска инвестиций. Некоторые из них, как иллюстрация полученных решений, приведены в Таблице 5.

ТАБЛИЦА 5. Примеры определения зон различной степени риска инвестиций при подготовке к продаже офисных помещений в г. Вильнюс

N	Местоположение офисных помещений	График определения различных зон риска инвестиций
1	Новые спальные районы города (Шешкине, Балтупяй, Лаздинай, Каролинишкес)	
2	Антакальнис (престижный район города)	

3	Улицы старого города	
4	Ул. Ясинскио, Паменкальнио (центр города)	

стоимость продажи — инвестиции без риска

стоимость ремонта — зона нормального риска

средняя стоимость ремонта — зона повышенного риска

средняя стоимость продажи — зона убыточных инвестиций

Заключение

Предложенные модели позволяют формализовать и автоматизировать поиск зон различной степени риска при финансировании инвестиций в доходную недвижимость

Изложенные методы позволяют существенно уменьшить риск инвестора, поскольку с их помощью могут быть установлены зоны повышенного риска и зоны убыточных инвестиций. На их основе могут приниматься решения по объему и структуре ремонтно-строительных работ, обеспечивающих максимальную прибыль при продаже подготовленных помещений, что в целом повышает эффективность инвестиционных проектов.

Накапливание и анализ статистических данных позволяют выделить группы идентичных условий финансирования инвестиций и включать в статистические модели новые факторы, характеризующие зоны различной степени риска инвестора.

Литература

[1] Тарасевич Е.И. (2000) *Финансирование инвестиций в недвижимости*. Санкт-Петербург: МКС, 231 с.

[2] Stasiulionis A., Ustinovichius L., Zavadskas E. K. **(**2002) *Market's multicriteria based development of commercial property in Baltic countries*. *Bridges* **21**(4), 31-38. (in Lithuanian).

[3] Zavadskas E. K., Peldschus F., Ustinovichius L. **(**2003) *Development of software for multiple criteria evaluation. Informatica* **14**(2), Institute of mathematics and informatics Lithuanian academy of science, 259-272.

[4] Frazer J.P. **(**1993) *Principles of Property Investment and Pricing*. *Second Edition*. MACMILLAN, London, 156 p.

[5] Guerard J. B., Stone B. K. (1987) *Strategic Planning and the Investment-Financing Behaviour of Major Industrial Companies*. *Journal of the Operational Research Society* **38**(12), 1039-1050.

[6] Skitmore M., Ng T. (2001) *Australian project time-cost analysis: statistical analysis of intertemporal trends*. *Construction Management and Economics* **19**(5), 455-458.

[7] Ustinovichius L., Podvezko V. **(**2003) *A mathematical modelling method of determing investment efficiency in construction. Modelling and Simulation of Buisness Systems.* Proceedings of the International Conference held in Kaunas, Lithuania 13-14th May 2003, ISBN 9955-09-420-6, 160 – 164.

[8] Айвазян С.А., Мхитарян В.С. (1998) *Прикладная статистика и основы эконометрики.* ЮНИИТИ, Москва. 1023 с.

Received on the 25th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 37-47
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

ВЕРБАЛЬНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

О. И. ЛАРИЧЕВ[а], Д. Ю. КОЧИН[а], Л. Л. УСТИНОВИЧЮС[б]

[а]*Институт системного анализа РАН, просп. 60-летия Октября 9, Москва, 117312, Россия,*
E-mail: dco@mail.ru
[б]*Университет им. Гедиминаса, Саулетякио ал. 11, LT-2040, Вильнюс, Литва,*
E-mail: leonasu@st.vtu.lt

Анализ инвестиционных проектов в строительстве свидетельствует о допускаемых ошибках при реконструкции старых зданий в исторических центрах и возведения новых зданий и сооружений. В силу высокой стоимости подобных ошибок, выбор лучшего проекта из нескольких вариантов должен быть строго обоснован. В статье рассматривается метод многокритериального выбора лучшего объекта ШНУР – Шкала Нормированных Упорядоченных Различий. В нем можно выделить два основных этапа: подготовительного формального анализа группы данных альтернатив, полностью выполняемого компьютером, и диалога с Лицом, Принимающем Решения, для получения информации о его предпочтениях. Метод основан на подходе вербального анализа решений. Учитывается возможность зависимости критериев. Для оценки эффективности метода проведено статистическое моделирование. Метод применен для решения нескольких практических задач реконструкции зданий и расположения супермаркетов в г. Вильнюсе.

Работа частично поддержана грантами РФФИ №01-01-00514, №02-01-01077, МАС №03-01-06233 и программой президиума РАН MMIS.

Ключевые слова: метод многокритериального выбора, вербальный анализ, Шкала Нормированных Упорядоченных Различий.

1. Введение

Задачи ранжирования альтернатив по качеству и выбора лучшей альтернативы являются близкими в том смысле, что последовательное выделение лучших альтернатив из заданного множества позволяет осуществить их ранжирование. Однако, задача выделения лучшей альтернативы является в общем случае более простой и заслуживает специального внимания.

Задача выбора наилучшей из заданного множества альтернатив, имеющих оценки по многим критериям, является одной из наиболее распространённых на практике задач принятия решений. Такие задачи встречаются как в деятельности организаций, так и личной жизни людей. Выбор плана проведения реформы, реорганизации фирмы, плана перестройки здания являются примерами деловых проблем такого типа. Примерами личных проблем являются выбор профессии, дорогостоящая покупка и т.д.

Во многих случаях при выборе наилучшей альтернативы используется попарное сравнение альтернатив и исключение доминируемых в паре. Прежде всего, отметим, что такой подход типичен для людей, делающих выбор в повседневной жизни без использования компьютеров. О. Свенсон и Г. Монтгомери предложили психологическую теорию поиска доминантной структуры, имеющую дескриптивный характер [1]. Согласно этой теории, Лицо, Принимающее Решения (ЛПР), хочет путем попарного сравнения альтернатив найти наилучшую, которая превосходила бы каждую из остальных. В соответствии с теорией поиска доминантной структуры, ЛПР как бы «охватывает взглядом» все заданные альтернативы и выбирает из них ту, которая (по первому впечатлению) могла бы оказаться доминирующей. Затем он попарно сравнивает с ней все остальные. Если при всех сравнениях выбранная альтернатива побеждает, то доминантная структура построена. Если при каком-то сравнении иная альтернатива окажется лучшей, то уже она рассматривается как потенциально доминирующая, и с ней сравниваются все прочие.

В тоже время отмечалось, что задача выделения лучшей из многокритериальных альтернатив является достаточно сложной для человека. Так, при выделении подмножества лучших альтернатив, субъекты могут удалять доминирующие альтернативы и оставлять доминируемые [2].

Попарное сравнение альтернатив привлекало исследователей и как нормативный способ принятия решений. Первым его предложил еще в 18 веке Б. Франклин в письме к другу [3].

Известным недостатком попарного сравнения альтернатив является возможность появления циклов [4] на множестве сравниваемых альтернатив.

В рамках подхода Вербального Анализа Решений (ВАР) ранее был предложен метод ПАРК [5], ориентированный на выбор лучшей из группы заданных многокритериальных альтернатив путем попарного сравнения альтернатив, который позволил решить важные практические задачи [6].

Однако, метод ПАРК имеет существенные ограничения:

- он предназначен для проблем выбора с 3-5 альтернативами, так как используются попарные сравнения всех вариантов;
- шкалы критериев имеют только вербальные оценки;
- не подкреплены данными психологических исследований предположения о возможных операциях получения информации ЛПР.

Представленный далее новый метод выбора лучшей из группы альтернатив, метод ШНУР, имеет следующие особенности.

Прежде всего, в нем активно используются возможности компьютера, который без участия ЛПР проводит по определенным правилам попарные сравнения всех альтернатив, анализируя их сходства и различия. При этом компьютер подготавливает наиболее эффективный процесс опроса ЛПР, что создает возможности для анализа большой группы альтернатив.

Во-вторых, некоторые количественные критерии (например, стоимость) также могут рассматриваться как естественный и удобный язык выражения предпочтений ЛПР. Следовательно, метод позволяет работать как с качественными, так и с количественными оценками альтернатив по критериям.

Таким образом, новый метод расширяет и дополняет возможности других методов вербального анализа решений.

2. Практический пример

Для стран Восточной Европы, ставших на путь реформ, высоко актуальными являются проблемы выбора наилучшего объекта для инвестиций: покупка здания для его реконструкции и последующей продажи, размещение торговых центров и т.д. [7].

Приведём более подробный пример одной из таких задач. Для наглядности ограничимся небольшим количеством альтернатив, хотя рассматриваемый метод способен работать и с большим их числом.

ТАБЛИЦА 1. Варианты места для постройки магазина

	Var 1	**Var 2**	**Var 3**	**Var 4**
Кол-во мест для парковки а/м, max	400	300	250	150
Наличие конкурентов, min	1 Мало	5 Много	3 Средне	5 Много
Плотность населения в радиусе 1 км, max	200	4500	6000	7000
Цена места, млн. литов, min	6	16	12	20
Поток общественного транспорта, max	1 Низкий	3 Средний	5 Высокий	7 Очень Высокий
Видимость с главной улицы, max	5 Хорошая	5 Хорошая	3 Средняя	1 Плохая
Инфраструктура связей, max	3 Средняя	3 Средняя	5 Хорошая	7 Очень Хорошая

Фирма ищет место для постройки крупного универсального магазина. Предварительный анализ показал, что имеется четыре возможных места постройки (Var 1 – Var 4). При решении задачи выбора правление фирмы решило руководствоваться следующими критериями: цена места, плотность населения в радиусе 1 км, наличие конкурентов, инфраструктура связей, количество мест для парковки автомашин, доступность места при помощи общественного транспорта и заметность магазина с ближайшей крупной улицы.

Заранее намеченные варианты были оценены экспертами, причем использовались либо шкалы оценок в натуральных единицах, либо вербальные оценки. В Таблице 1 указано желательное направление изменения оценок по каждому из критериев (**max** или **min**).

3. Формальная постановка задачи

Дано:

1. C_i – множество критериев, i =1,.,q,.. N .
2. s_q – число оценок на шкале q-го критерия.
3. $X_q = x_i^q$ - множество оценок на шкале q-го критерия; $|X_q| = s_q$; оценки упорядочены от лучших (первых) к худшим (последним);
4. $Y = X_1 * X_2 * \ldots X_N$ - множество векторов $y_i \in Y$ вида: $y_i = (x_1^i, x_2^i, \ldots x_N^i)$, где $x_i^q \in X_q$ и $P = |Y|$.
5. $V(y_i)$ – общая ценность альтернативы для ЛПР. Предполагается, что она обладает следующими свойствами: а) имеется максимальное и минимальное значение на множестве Y; б) при независимых критериях значение $V(y_i)$ возрастает с улучшением оценки по каждому из критериев.
6. $A = \{a_i\} \in Y$; $i = 1,2,\ldots,n$ – множество из n векторов, описывающих реальные альтернативы.

Требуется: выбрать из множества n наилучшую альтернативу, соответствующую наибольшему значению априорно неизвестной функции $V(y_i)$ на основе предпочтений лица, принимающего решения (ЛПР).

4. Предположения

В основу метода положены следующие предположения о возможностях ЛПР:

- ЛПР может сравнивать по предпочтительности две многокритериальные альтернативы, отличающиеся оценками только по двум критериям;
- ЛПР может сравнивать по предпочтительности две альтернативы, отличающиеся по большему, чем два, числу критериев, если при этом одна альтернатива предпочтительнее другой по одному критерию и уступает ей не более чем по трем критериям.

При попарных сравнениях ЛПР может давать один из трёх возможных ответов:

1. Альтернатива А предпочтительнее альтернативы В.
2. Альтернатива В предпочтительнее альтернативы А.
3. Альтернативы А и В одинаково предпочтительны.

Сделанные предположения о возможностях ЛПР имеют следующие обоснования.

Первое предположение многократно проверялось при применении методов семейства ЗАПРОС [5]. Оказалось, что люди достаточно последовательны и непротиворечивы при выполнении данной операции. В экспериментах наблюдались 2-6 противоречий при 50-60 сравнениях.

Второе предположение подвергалось проверке в работе [8]. Предполагается, что при независимости критериев сравнение предпочтительной оценки одной альтернативы с двумя-тремя предпочтительными оценками другой альтернативы не создает чрезмерной нагрузки на кратковременную память. Получила подтверждение гипотеза о том, что ЛПР может последовательно и непротиворечиво сравнивать объекты, отличающиеся оценками по трем критериям.

Основываясь на этих предположениях, предлагается процедура попарного сравнения двух многокритериальных альтернатив на основе принципа парной компенсации, когда недостатки одной альтернативы пытаются уравновесить недостатками другой и в результате определяют, какая же из двух альтернатив обладает меньшими недостатками или большими достоинствами.

4. Формальный анализ

Основная цель формального анализа множества альтернатив состоит в выявлении потенциально лучшей альтернативы, которая является как бы эталоном для ЛПР при попарном

сравнении с другими альтернативами. Конечно, можно предъявить список альтернатив ЛПР и попросить его указать предположительно лучшую альтернативу. Однако, известно, что при достаточно большом числе альтернатив и критериев такая задача слишком сложна для него. Ошибки в ее решении могут привести к большому числу дополнительных сравнений. Поэтому предлагается определять потенциально лучшую альтернативу формальным способом.

Конечно, на этапе формального анализа мы ещё ничего не знаем о предпочтениях ЛПР, о важности для него тех или иных оценок по критериям. Однако, даже при этих условиях формальный анализ может заострить внимание ЛПР на альтернативе, которая в чем-то превосходит каждую из остальных.

Компьютерный анализ проблемы осуществляется без участия ЛПР. При проведении анализа предполагается равная важность критериев.

Формальный анализ состоит из двух этапов:

Первый этап заключается в попарном сравнении всех альтернатив, выполняемом компьютером по следующему алгоритму:

1) Осуществляется нормировка оценок альтернатив в каждой паре сравниваемых альтернатив:

- для всех количественных шкал находится среднее значение по оценкам двух альтернатив;
- для качественных шкал: берутся номера качественных оценок и по ним находится «средний» (искусственный) номер;
- если по критерию требуется **max**, то оценка альтернативы делится на среднюю; если требуется **min**, то средняя делится на оценку.

2) Для каждой из двух альтернатив подсчитывается сумма баллов, полученных таким образом, победителем является альтернатива, имеющая наибольшую сумму.

Второй этап состоит в подготовке последовательности опроса ЛПР с целью выявления его предпочтений.

Этот этап также выполняется компьютером без участия ЛПР.

- На основании принципа де Кондорсе [9] выбирается альтернатива, которая наибольшее число раз побеждает при попарных сравнениях на этапе 1. Она объявляется потенциально лучшей (ПЛА).
- Все альтернативы, неоптимальные по Парето, исключаются из рассмотрения.
- Остальные альтернативы упорядочиваются по величине формального отличия от ПЛА: от большой (более явное превосходство) к малой, чтобы обеспечить постепенное возрастание трудности сравнений для ЛПР.

Итак, целью формального анализа является подготовка совокупности вопросов к ЛПР, которая позволяет:

- обеспечить минимальную нагрузку для ЛПР, наименьшее предполагаемое число вопросов;
- Обеспечить постепенное возрастание трудности вопросов;
- Обеспечить максимально возможное использование информации от ЛПР.

6. Проблемы, возникающие на этапе формального анализа

Определяя на этапе формального анализа потенциально лучшую альтернативу путём попарных сравнений, мы используем принцип де Кондорсе [9]: «Наилучшей считается альтернатива, которая побеждает все другие при попарных сравнениях». Хотя принцип де Кондорсе представляется бесспорным при проведении парных сравнений, в ряде случаев он приводит к цикличности на множестве альтернатив. Например, рассмотрим следующие три альтернативы A, B и C :

	A	**B**	**C**
Критерий 1, max	1	2	3
Критерий 2, max	2	3	1
Критерий 3, max	3	1	2

По результатам формального анализа получается, что B>A, A>C, но B<C.

Найдём условие, при котором циклы никогда не возникают. Обозначим через $\sigma_1^{jk}, \sigma_2^{jk}, \cdots, \sigma_N^{jk}$ – средние для значений критериев, подсчитываемые при попарном сравнении

альтернатив A_j и A_k. Обозначим через $\gamma_1, \cdots, \gamma_N$ - средние по значениям всех альтернатив по критериям (подсчет средних осуществляется по изложенным выше правилам). Так как в соответствии с изложенной выше процедурой альтернативы A_j и A_k не находятся в отношении доминирования, то имеются критерии, по которым A_j превосходит A_k и наоборот. Обозначим через C_{jk}^{+} – множество критериев, по которым A_j превосходит A_k, и через C_{jk}^{-} – по которым она ей уступает. Пусть A_j выбрана как ПЛА, и она по формальному анализу превосходит A_k.
Тогда:

$$\sum_{i \in C_{jk}^{+}} \frac{x_i^j - x_i^k}{\sigma_i^{jk}} > \sum_{i \in C_{jk}^{-}} \frac{x_i^j - x_i^k}{\sigma_i^{jk}} . \quad (1)$$

Утверждение 1. Достаточным условием отсутствия циклов на множестве альтернатив А является выполнение следующих условий для любой пары альтернатив A_j и A_k:

$$\gamma_i \le \sigma_i^{jk}, \quad \forall\, i \in C_{jk}^{+}, \quad (2)$$

$$\gamma_i \ge \sigma_i^{jk}, \quad \forall\, i \in C_{jk}^{-}. \quad (3)$$

Доказательство.

Действительно, при выполнении (2), (3) условие (1) не нарушается и будет тем же, как при попарном сравнении, так и при сравнении всей группы альтернатив, где возможность появления цикла отсутствует. Таким образом, циклы будут отсутствовать при попарных сравнениях, что и требовалось доказать. □

Очевидно, что утверждение 1 является достаточным, но не необходимым условием ацикличности. Так как в общем случае циклы могут возникнуть, то необходим алгоритм поиска ПЛА при их наличии. Наиболее разумен следующий алгоритм. Если альтернативы A_i, A_j и A_k превосходят при попарных сравнениях все прочие и при этом образуют цикл, то в качестве ПЛА следует взять альтернативу, являющуюся лучшей при групповом сравнении A_i, A_j и A_k. Если все они окажутся равноценными, то в качестве ПЛА можно взять любую из них.

7. Пример: формальный анализ

Обратимся к нашему примеру. Этап формального анализа представлен в Таблице 2. Для каждого сравнения в таблице приведены исходные альтернативы, их нормированные по правилам формального анализа оценки, векторная разность между вариантами (строка «Разность») и результат – сумма компонент «разности». Если результат больше 0, то первая альтернатива из пары лучше второй, в противном случае – наоборот.

ТАБЛИЦА 2. Пример сравнения на этапе формального анализа

Критерии	1(max)	2(min)	3(max)	4(min)	5(max)	6(max)	7(max)
Сравнение Var 1 и Var 2							
Var 1	400.00	1.00	200.00	6.00	1.00	5.00	3.00
Var 2	300.00	5.00	4500.00	16.00	3.00	5.00	3.00
Нормированный Var 1	1.14	3.00	0.09	1.83	0.50	1.00	1.00
Нормированный Var 2	0.86	0.60	1.91	0.69	1.50	1.00	1.00
Разность:	0.29	2.40	-1.83	1.15	-1.00	0.00	0.00
Результат: 1.001760: Var 1 лучше Var 2							

В данном случае лучшей из пары оказалась альтернатива Var 1. Проведя аналогично сравнения остальных пар альтернатив, получим данные для Таблицы 3:

ТАБЛИЦА 3. Результаты попарных сравнений

Вариант	Количество выигранных попарных сравнений
Var 1	2
Var 2	1
Var 3	**3**
Var 4	0

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 48-50
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

RESOURCE MODELS FOR SEVERAL FLEXIBLE TRANSPORTATION SYSTEMS UNDER RANDOM DISTURBANCES WITH A CENTRAL WAREHOUSE

Z. LASLO[*], D. GOLENKO-GINZBURG[**]

[*]*Department of Industrial Engineering and Management, Negev Academic College of Engineering, Beer Sheva, 84100, Israel, E-Mail: zohar@nace.ac.il*
***Department of Industrial Engineering and Management, Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, 84105, Israel, E-Mail: dimitri@bgumail.bgu.ac.il,*
and
Department of Industrial Engineering and Management Academic College of Judea and Samaria, Ariel, 44837, Israel

A generalized cost-optimization model for several flexible transportation systems (FTS) under random disturbances is considered. The objective is to minimize the average total expenses, while the optimized variables are the starting times of all FTS, the planned starting moments for all transport operations entering each FTS, and the restricted resource levels for all types of transport resources.
Keywords: *flexible transportation systems, cost-optimization problem, cost penalties, planning horizon, planned starting transportation moment, service discipline.*

Introduction

The paper considers a generalized resource delivery model for flexible transportation systems (FTS) under random disturbances. Each flexible transportation system consists of a set of transport operations which are carried out in a certain logical order. The duration of each operation is random and the corresponding probability density function is pregiven. All FTS can be operated by using renewable transport resources of different types which are stored and maintained in the company's central warehouse. Each type of resources is in limited supply and is fixed at the same level through the planning horizon. Each operation entering a FTS requires various types of transport resources with fixed capacities. For any operation, its planned start moment has to be determined. That means that an operation cannot start before its planned moment. If an operation starts transporting *after* the planned moment, a pregiven cost penalty per time unit of the delay has to be paid by the company.

The cost parameters of the model comprise the following expenses:

1. The costs of hiring and maintaining transport resources within the planning horizon. Resources are to be hired and delivered to the central store before the moment of the first FTS starts to be operated, and they are released at the moment when the last FTS completes its transportation.
2. The cost penalties per time unit for the delay in starting each operation entering each FTS.
3. Since each FTS has its due date D, a penalty cost C^{*} has no be paid to the customer for not accomplishing the planned delivery amount on time. In addition, a penalty cost C^{**} has to be charged for each time unit of delay after the due date. If the planned delivery is accomplished before D, it has to be stored until the due date with a penalty charge C^{***} for each time unit of storage.

The following problems have to be determined in order to minimize the average total expenses of all FTS:

- the starting time moments for all FTS to be realized;
- the planned starting moments for each operation entering each FTS;
- the restricted resource levels for each type of transport resources.

1. Notation

Let us introduce the following terms:

Q_i	-	the i-th FTS, $1 \le i \le n$;
n	-	the number of FTS;
O_{ij}	-	the j-th transport operation entering the i-th FTS, $1 \le j \le n_i$; note that if O_{ij_1} precedes O_{ij_2}, relation $j_1 < j_2$ holds;
n_i	-	the number of operations entering the i-th FTS;
t_{ij}	-	the duration of O_{ij} (a random variable);
$f_{ij}(t)$	-	the density function of t_{ij} (pregiven);
m	-	the number of different types of transport resources;
r_{ijk}	-	the capacity of the k-th type of resources to be utilized by O_{ij} (pregiven), $1 \le k \le m$;
S_{ij}	-	the time moment O_{ij} actually starts (a random value conditioned on the model's decision);
D_i	-	the due date of the i-th FTS (pregiven);
S_i	-	the time moment of the i-th FTS starts to be realized (an optimized variable to be determined), $1 \le i \le n$;
F_i	-	the actual moment O_{ij} of the i-th FTS completion (a random value);
T_{ij}	-	the planned time moments operation O_{ij} has to start transporting (an optimal deterministic schedule to be determined in advance);
F_{ij}	-	the actual moment O_{ij} is completed, $F_{ij} = S_{ij} + t_{ij}$ (a random value);
R_k	-	the resource level of the k-th type resource to be hired for the central store (an optimized variable to be determined);
$R_k(t)$	-	the free (not-utilized) resources of the k-th type at the central store at moment t (a random value), $1 \le k \le m$; $R_k(t) < R_k$;
$R_{k\,min}$	-	the lower bound of value R_k, $1 \le k \le m$ (pregiven);
$R_{k\,max}$	-	the upper bound of value R_k, $1 \le k \le m$ (pregiven);
$S_{i\,min}$	-	the lower bound of value S_i, $1 \le i \le n$ (pregiven);
$S_{i\,max}$	-	the upper bound of value S_i, $1 \le i \le n$ (pregiven);
C_i^*	-	the penalty cost for the i-th FTS delay (a single payment to the customer), (pregiven);
C_i^{**}	-	the penalty cost for each time unit of the i-th FTS delay, in case $F_i > D_i$ (pregiven);
C_i^{***}	-	the storage charges per time unit for the i-th FTS completion before the due date, $F_i < D_i$ (pregiven);
C_{ij}	-	the cost penalty to be paid by the i-th FTS per time unit of the j-th operation's idling, i.e. in case $S_{ij} > T_{ij}$, which is the difference between delivering and feeding-in transportation resources (pregiven);
C_k	-	the cost per time unit for hiring and maintaining a k-type transport resource unit throughout the planning horizon, $1 \le k \le m$ (pregiven);
C	-	the non-operational total transportation company's expenses which comprise all kinds of cost penalties and the cost of hiring and maintaining resources.

2. The problem

The general problem, in order to minimize the transportation company's total average expenses, is to determine:

- *in advance*, optimized deterministic variables S_i, R_k and T_{ij}, $1 \le i \le n$, $1 \le j \le n_i$, $1 \le k \le m$, and,

- *within the planning horizon*, actual starting times S_{ij} for all operations O_{ij} (random values).

$$\underset{\{S_i\}\{R_k\}\{T_{ij}\}\{S_{ij}\}}{\mathrm{Min}} \bar{C} \tag{1}$$

subject to

$$S_{ij} \geq T_{ij}, \tag{2}$$

$$S_{ij} \geq F_{i\ell} \text{ if } O_{i\ell} \text{ precedes } O_{ij}, \tag{3}$$

$$t = \{S_{ij}\} \Rightarrow \sum_{\{i,j\}} r_{ijk} \leq R_k(t),\ 1 \leq k \leq m, \tag{4}$$

where random value C satisfies

$$C = \sum_{\{i,j\}} [C_{ij}(S_{ij} - T_{ij})] + \sum_{k=1}^{m} C_k \cdot R_k [\underset{i}{\mathrm{Max}}\, F_i - \underset{(i,j)}{\mathrm{Min}}\, S_{ij}] + \sum_{i=1}^{n} \{[C_i^* + C_i^{**}(F_i - D_i) \cdot \delta_i] + C_i^{***}(D_i - F_i)(1 - \delta_i)\}, \tag{5}$$

and

$$\delta_i = \begin{cases} 1 \text{ if } F_i > D_i, \\ 0 \text{ otherwise.} \end{cases} \tag{6}$$

3. The solution

Problem (1-6) is solved as follows. Two hierarchical levels are incorporated in the model – the upper (external) level and the lower level. At the upper level an approximated search algorithm is used to determine the optimal values $\{S_i\}$, $\{R_k\}$ and $\{T_{ij}\}$, $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq n_i$, $1 \leq k \leq m$. Parameters $\{S_i\}$, $\{R_k\}$ and $\{T_{ij}\}$ solve as the input values for the lower level where values S_{ij} are determined via simulation, on the basis of a special service discipline [1]. The latter is used to deliver free (available) resources $R_k(t)$, $1 \leq k \leq m$, at each essential moment t among operations, which are waiting for needed resources and are ready to be transported. As to parameters $\{S_i\}$, $\{R_k\}$ and $\{T_{ij}\}$, they are optimized via the cyclic coordinate descent method [2], which is simple in usage and has been successfully realized in various transportation systems, production control and project management problems [1].

Extensive experimentation for medium-size FTS have demonstrated the efficiency of the developed two-level algorithm. The suggested model covers a broad spectrum of transportation systems, which are specified in developing, designing and delivering complicated assembly orders.

Acknowledgments

This research has been partially supported by the Paul Ivanier Center for Robotics Research and Production Management, Ben-Gurion University of the Negev.

References

[1] Golenko-Ginzburg, D. Gonik, A. and Sitniakovski S. (1999) Managing resource reallocation among several projects under random disturbances. *Communication in Dependability and Quality Management* **2**(1), 137-150.

[2] Luenberger, D., (1989) *Linear and Not-Linear Programming*. Addison Wesely Publishing Company, Massachusetts

Received on the 30th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 51-59
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

МНОГОЦЕЛЕВОЙ ВЫБОР ВАРИАНТА УСТРОЙСТВА ТРАССЫ ЭЛЕКТРОКАБЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Э. К. ЗАВАДСКАС[1], Ф. ПЕЛДШУС[2]

[1]Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса, ал. Саулетякио, 11, LT-2040 Вильнюс, Литва, Тел.: (370 5) 2 74 50 02; Факс: (370 5) 2 7450 16.
E-mail: Edmundas.Zavadskas@adm.vtu.lt
[2] Высшая школа техники, экономики и культуры Лейпцига, Карл Либкнехт штрассе, 132, 04227 Лейпциг, ФРГ

Выбор варианта устройства трассы электрокабелей является сложной задачей комплексного выбора вследствие множества возможных материалов, энергетической и информационной сложности. Особенно сложным является выбор варианта трассы в условиях химической промышленности. При выборе наиболее рационального из множества возможных вариантов кабельной трассы требуется формулирование многоцелевой интердисциплинарной задачи, при решении которой учитываются требования электротехники, строительной техники и технологии. Имеющаяся информация обычно не является совершенно точной. Для выбора рационального варианта предлагается алгоритм, основанный на связи теории нечетких множеств и теории игр. Решена конкретная задача выбора.
Ключевые слова: *трассы электрокабелей, многоцелевой выбор, рациональный вариант, нечеткие множества, теория игр.*

1. Введение

Трассы кабелей являются связующими звеньями между распределяющим электроэнергию оборудованием и оборудованием потребителя. Они служат также для передачи информационных сигналов противопожарной охраны и охраны безопасности. Трассы кабелей являются дорогостоящими и материалоемкими. Рациональность их исполнения оказывает большое влияние на надежность обеспечения электроэнергией. Выбор варианта устройства электрокабелей является сложной задачей комплексного выбора вследствии множества возможных материалов, энергетической и информационной сложности. При выборе трассы необходима точность анализа и выбора варианта устройства трассы. Особенно сложным является выбор варианта трассы в условиях химической промышленности. Чрезвычайно сложным является устройство трассы на территории предприятия из-за влияния, оказываемого окружающей средой и производственными процессами. В таких условиях возникает опасность коррозии, пожара, взрыва, химических воздействий, влияния ядовитых газов и других воздействий. Необходимо комплексное решение. При выборе наиболее рационального из множества возможных вариантов кабельной трассы требуется формулирование многоцелевой интердисциплинарной задачи, при решении которой учитываются требования электротехники, строительной техники и технологии.

2. Возможные варианты трассы

В конструктивном плане при решении поставленной задачи была возможность рассмотрения относительно ограниченного количества вариантов устройства кабельной трассы. Авторами статьи преследовалась цель предложить новый метод решения этой сложной задачи. Возможные варианты устройства трассы можно разделить на две группы: подземная кабельная трасса и надземная кабельная трасса.

Исследовались девять возможных вариантов:

- выемка;
- кабельный канал с возможностью прохода обслуживающего персонала;
- кабельный лоток;
- надземная укладка;
- открытая пороговая укладка;
- кабельный мост;

- бетонированный лоток;
- комбинированный мост из кабелей и труб;
- стальная конструкция (забор).

Выемка. Кабель укладывается на выравнивающий слой из 100 мм песка и засыпается уплотненным слоем песка толщиной 100 мм. Верхний слой можно полностью закрыть плитами. Настоящий вариант устройства наиболее приемлем для трасс, требующих постоянного наблюдения, так как обеспечивается хороший подход к трассе. Однако возникает опасность накопления агрессивных материалов, которые могут повредить защитный слой кабеля. Откос выемки при необходимости может быть укреплен, например, бетонными или газонными ячеистыми плитами. При вязком грунте необходимо устройство дренажа или другого вида отвода воды.

Кабельный канал с возможностью прохода обслуживающего персонала состоит из железобетонных сегментов, которые укладываются друг около друга. Консоли и платформы для кабелей внутри сегментов служат для укладки кабелей. Кабели изолируются от влаги. Кроме того, устраивается система вентиляции. В случае пожара она отключается из центрального пульта. В канале гарантируется возможность прохода, поэтому его высота достигает 2 м. Инсталируется достаточное освещение. При доступе в канал химических материалов возникает высокая опасность кабелям. С позиций потребителя этот вариант приемлем, так как имеется возможность быстрого и недорогого замена или ремонта кабелей. Отрицательным является тот факт, что для устройства такой трассы требуются значительные капиталовложения.

Кабельный лоток состоит из U-образной формы элементов и плит покрытия. Внутри устраивается платформа для кабелей. Глубина укладки зависит от требований проезда над каналом. В данном случае требуются относительно большие инвестиции. Поиск нарушений кабеля требует больших затрат времени.

Наземная укладка выполняется в тех местах, где нет движения транспорта. Глубина трассы – до 600 мм. Сверху кабель закрывается плитами. В данном случае при поиске повреждений кабеля требуются большие затраты времени. Доступ агрессивных продуктов недопустим вследствие неконтролируемости потерь.

Открытая пороговая укладка. Бетонные пороги укладываются на расстоянии 3–5 м независимо от типа кабеля и его профиля. Ширина может меняться. Ширина бетонных элементов – 1 м. Подвеска кабеля зависит от его температурной усадки и собственного веса. Высота прокладки кабеля – до 100 мм. На дорожных и железнодорожных перекрестках кабель должен укладываться в трубы или кирпичные каналы. Бетонные каналы монтируются на выравнивающем слое щебня или гравия. Преимуществом этого варианта являются минимальные инвестиции и удобные условия ремонта, а недостатком – необходимость свободного места для устройства.

Кабельные мосты – это специальная целевая конструкция, которая строится на предприятии для основной кабельной трассы и планируется для длительного использования. Кабельные мосты – это длинные прямые элементы со значительным количеством пересекающихся элементов. Они возможны тогда, когда не предусматриваются мосты для трубопроводов или они полностью заняты. Кабельные мосты не должны препятствовать работе трубопроводов. Средняя высота прохода – 2 м. Возможная высота проезда – не менее 4,5 м. Кроме того, проектировщики должны предусмотреть равномерную высоту по всей длине кабеля. Необходимы значительные инвестиции. Строительные элементы кабельных мостов изготавливаются на заводах железобетонных конструкций.

Бетонированный лоток выполняется из бетона невысокой марки и по необходимости имеет 2–4 канала для кабелей. Длина деталей – 1000 мм, высота – 150 мм. Лотки в зависимости от условий наземного транспорта укладываются на необходимой глубине. Укладка производится на основании из щебня толщиной 50 мм. Преимуществом варианта является отсутствие препятствий для проезда транспорта. Кабели относительно независимы от внешних воздействий. Недостатками варианта следует считать трудности при поиске повреждений кабелей и относительно большие инвестиционные затраты.

Комбинированный мост из кабелей и труб. При этом варианте кабель укладывается в мостах, предназначенных для укладки труб, или такая комбинация предусматривается заранее. В мосте, предназначеном для труб, устраивается специальный этаж для кабелей. Варианту присущи все положительные стороны кабельного моста. Однако он требует относительно больших инвестиционных затрат. Затраты возрастают, если в трубах циркулируют горячие или горючие материалы, так как в таком случае требуется дополнительная противопожарная защита кабелей.

Стальная конструкция состоит из стальных столбов. Максимальное расстояние между столбами – 6 м. На них укладываются стальные консоли и платформы. В зависимости от количества платформ высота конструкции достигает 1,5–2 м. При необходимости может устраиваться крыша. Преимущество варианта – быстрая укладка и возможность ремонта. Нарушения определяются визуально. Однако при пересечении улиц необходимо устройство виадуков (путепроводов) или тоннелей.

3. Конкретный пример поиска варианта устройства трассы электрокабелей

Необходимо выбрать вариант устройства 26 кабелей на одном из химических заводов Германии.

В трассе предусматриваются три типа кабелей:

– 8 кабелей на 30 КВ 51 мм (NAHK)

– 14 кабелей на 10 КВ 60 мм (NAKBA)

– 4 кабеля для передачи информации на 1 КВ 26 мм (NAУУВА).

Обозначения кабелей приняты из TGL 200-0612/02.07., где приводится полное описание их конструкции.

3.1. ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА УСТРОЙСТВО ТРАССЫ КАБЕЛЯ

3.1.1. Параметры планового решения

Параметры планового решения обуславливают внешние условия для прокладки трассы и ее связи с другим технологическим оборудованием предприятия. Ниже приводятся параметры, которых следует придерживаться при устройстве трассы кабеля.

1. Потребность в площади (K_1). За основное измерение принимается ширина трассы. Если укладываются подземные коммуникации, ширина должна буть равной нулю. Возможность проезда обеспечивается достаточной глубиной заложения трассы.
2. Отсутствие перечесений трассы (K_2). Этот фактор особенно важен в жилых микрорайонах, в которых обычно имеется большая концентрация сетей. Этот параметр определяется качественными характеристиками в виде шкалы с отметками от 1 до 10, где 1 означает наилучший вариант.
3. Возможность подсоединения потребителя к трассе (K_3). Ввод трассы кабеля в здание может быть осуществен по трем схемам:
   - надземный ввод через крышу;
   - надземный ввод на той же высоте, что и трасса;
   - надземный ввод по земле;
   - подземный ввод.

   Возможности ввода для 9 различных вариантов трассы приводятся в табл. 1.
4. Необходимость места (площади) на строительной площадке для выполнения строительных или ремонтных работ (K_4). Этот параметр в рассматриваемом нами случае играет существенную роль, так как на химическом заводе такие площади отсутствуют. В качестве основы принимается сечение (ширина, высота или глубина).

3.1.2. Строительные параметры

Точные данные о строительных параметрах на данной стадии иметь не представляется возможным. Однако их можно оценить на основе практического опыта и технологических норм. Такие параметры как продолжительность строительства, потребность в мощностях, возможность расширения, защиты кабеля определяются количественно для каждого варианта устройства кабеля. Параметры рассчитываются на 1 м траншей.

Продолжительность строительства (K_5). Для рассматриваемого объекта вследствие стесненных условий использование строительных машин для земляных работ весьма ограниченно. Поэтому большая часть земляных работ выполняется вручную, что отрицательно сказывается на продолжительности строительства. Строительные работы в зависимости от варианта (подземный, наземный) отличаются в основном объемами земляных и монтажных работ. Для устройства вариантов „открытая пороговая укладка“ и „наземная укладка“ требуются незначительные затраты

времени. Такие варианты, как „кабельные каналы с возможностью прохода“ или „кабельные мосты“, требуют больших трудозатрат и значительной продолжительности.

Стоимость работ (K_6). Рассматривается лишь стоимость строительных работ. Варианты по стоимости различаются весьма значительно. Например, устройство второго варианта стоит в 12 раз дороже, чем пятого варианта. Капиталовложения не могут быть учтены достаточно точно. Однако на основании производственных норм и опыта производится по возможности точная оценка.

Потребность в мощностях (K_7). Наиболее значительные мощности требуются при глубинной укладке и монтаже. Различие в необходимых мощностях для разных вариантов весьма существенно. При формировании мощностей строительные технологические условия предоставляют относительно большое поле деятельности. Вследствие большой длины обьекта возможно интенсивное использование строительных мощностей.

Возможности расширения (K_8). На больших предприятиях производственные линии часто расширяются. Возникает необходимость расширения трасс. Поэтому трассы проектируются с резервом площади величиной в 20 %. В процессе принятия решения важна стоимость расширения трассы. Получаемые данные содержат количественную стоимостную оценку.

Удаление кабеля (K_9). Важным процессом является эксплуатация кабелей. Надзор за их состоянием реализуется в зависимости от возможности подхода к кабелям. При устройстве подземных кабелей имеют место большие затраты при ликвидации ставшими ненужными кабелей.

В табл. 2 приводится количественная оценка влияния внутренних параметров в расчете на устройство 1 м трассы.

3.2. ВНЕШНИЕ ПАРАМЕТРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА УСТРОЙСТВО ТРАССЫ КАБЕЛЕЙ

3.2.1. Внешние влияния

Внешние факторы из-за большого их разнообразия оказывают на кабельные системы особое влияние. Факторы влияния в зависимости от их форм воздействия как на кабели, так и на строительные конструкции, оцениваются количественно. Оцениваются три параметра:

- опасность коррозии;
- вероятность пожара;
- вероятность взрыва.

Опасность коррозии. При равномерной коррозии материал кабеля повреждается параллельно поверхности. Чем неровнее (шероховатее) поверхность, тем больше коррозионные повреждения. Этот фактор устраняется путем увеличения толщины стенок. Локальная (кольцевая) коррозия проявляется в виде нарушений в форме кратера и вмятин. При подземной укладке кабелей необходимо обратить внимание на то, что возникает опасность коррозии при захоронении отходов производства. С учетом специфического влияния грунта кабель укладывается с наружным защитным слоем. При необходимости кабель укладывается в пластмассовых изолированных трубах. Оценка проводится по балльной системе в зависимости от степени возможной опасности.

Опасность пожара для кабелей возникает вследствие возможного внешнего воздействия очагов пожара. Она определяется по опасности воздействия пожара на строительные конструкции. Опасность пожара для подземных кабелей весьма низка. При наземном устройстве кабелей необходим учет мест расположения источников горения. Опасные места должны быть защищены от пожара.

Сами кабельные системы не являются взрывоопасными. Однако они могут быть уложены в непосредственной близости от взрывоопасного оборудования. При подземной укладке такая опасность становится минимальной.

3.2.2. Производственные параметры

Это параметры, которые характеризуют трассу с позиций электротехники. Оценка проводится по балльной системе.

Производственные параметры исследуются следующим образом:

1. Возможные ошибки. 50 % ошибок возникают вследствие механических воздействий. Поэтому предпочтительны кабельные мосты и кабельные металлические конструкции. Значительное влияние на трассу оказывают термические и химические внешние воздействия.

Точный подсчет объемов и частот ошибок невозможен по разным причинам. Принимающие решения лица, однако, обязаны по возможности правильно оценить различные варианты и параметры.

2. Продолжительность и стоимость устранения последствий допущенных ошибок. Продолжительность устранения повреждения кабеля зависит от продолжительности поиска повреждения, подготовки условий монтажа и продолжительности ремонта кабеля. Необходимость оперативного ремонта часто обуславливает и выбор типа кабельной трассы. В данном случае подземные варианты прокладки кабеля рассматриваются как наихудшие, так как для поиска нарушения кабеля необходимы земляные работы и большой срок работ. Соотношение стоимости земляных и монтажных работ может составлять 10:1, а в экстремальных случаях – до 20:1. При этом относительно высока стоимость простоев, которую составляет стоимость поиска повреждения, ликвидации повреждения и простоев в производстве продукции предприятия.

Значительны затраты времени и денежных средств при ликвидации нарушений кабеля при следующих вариантах его устройства: кабельный лоток, выемка, бетонированный лоток, каналы без возможности прохода.

При устройстве кабельных платформ, кабельных мостов, труб, кабельных металлоконструкций, проходных каналов, непроходных каналов необходимы дополнительные защитные мероприятия. При этом необходимо устроить защитные платформы. Однако защитным укрытиям присущи существенные недостатки: возникающая электрическая дуга на кабелях рефлектирует, что увеличивает опасность повреждения кабеля; замедляется циркуляция воздуха. Функционально вредных повреждений можно избежать соблюдением расстояний между кабелями и платформами. Избежать возникновения электрической дуги можно, используя полимерные покрытия. Затраты на защиту от электрической дуги в рассмотренных вариантах оцениваются как незначительные.

При устройстве кабеля под землей отпадает необходимость затрат на противопожарные мероприятия. При вариантах устройства кабелей в каналах такие затраты неизбежны.

Результаты выполненной оценки внешних воздействий приведены в табл. 3.

ТАБЛИЦА 1. Возможности обеспечения связи между потребителями и трассой

Варианты ввода кабельной трассы в здание потребителя	Варианты (альтернативы) устройства трассы электрокабелей								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1						x		x	
2	x				x	x		x	x
3	x	x	x	x	x		x	x	x
4	x	x	x	x			x		

ТАБЛИЦА 2. Количественная оценка влияния внутренних параметров устройства 1 м трассы

Варианты (альтернативы)	Параметры								
	Параметры плана				Строительные параметры				
	K_1 м	K_2 шкала	K_3 шкала	K_4 м	K_5 *h*	K_6 *M/m*	K_7 затраты труда	K_8 М/м	K_9 шкала
1. Выемка	4,32	6	2	4,75	2	600	20	200	5
2. Кабельный канал с возможностью прохода обслуживающе-го персонала	0	4	9	13,60	6	4000	35	80	3
3. Кабельный лоток	0	2	6	5,95	3	2000	25	400	7
4. Надземная укладка	4,15	5	2	2,12	2,5	350	20	100	5
5. Открытая пороговая укладка	7,25	7	2	2,18	6,5	300	5	100	1
6. Кабельный мост	2,10	1	1	23,10	5	1200	18	50	2
7. Бетонированный лоток	0	6	3	3,17	4	1200	35	300	6
8. Комбинированный мост из кабелей и труб	4,24	2	1	46,75	5	1200	18	50	2
9. Стальная конструкция (забор)	2,10	9	5	4,62	2	1100	13	40	2

4. Решение

Необходимо решить задачу, отличающуюся необходимостью комплексного подхода. Это многокритериальная задача, так как при выборе рационального варианта ставится несколько целей. Для решения многоцелевых задач множество рациональных решений следует выделить из множества нерациональных решений. Это разграничение предполагает наличие точной информации, что лишь в отдельных случаях является реальным. Для изображения значений, величина которых правильна лишь частично, применима теория нечетких величин (нечетких множеств) (закон Fuzzy) [1, 2]. С ее помощью можно на базе одной связанной функции принадлежности найти нечеткое решение [3]. Функция принадлежности μ(x) определяет, в какой степени каждый элемент удовлетворяет необходимым требованиям. Связь теории нечетких множеств [4] и теории игр [5, 6] делает возможным моделирование как нечеткую игру (игра Fuzzy).

ТАБЛИЦА 3. Оценка внешних воздействий

Варианты (альтернативы)	Параметры					
	окружающей среды			производственные		
	1	2	3	4	5	6
1	3	1	1	7	8	1
2	5	4	2	2	3	10
3	4	3	2	2	6	8
4	3	1	1	8	7	1
5	2	5	5	5	1	3
6	8	7	8	1	2	5
7	3	1	1	4	10	5
8	8	10	10	2	2	6
9	6	7	7	1	1	5

Существует различие между внутренними показателями, характеризующими варианты устройства трассы электрокабелей, и внешними показателями, появляющимися под влиянием полезности строительной продукции.

Проанализируем матричную игру, т. е. игру двух лиц с нулевой суммой. Неопределенная игра двух лиц Гμ описывается следующим образом:

$$\Gamma\mu = \{(x, \mu(x)), (y, \mu(y)), (a, \mu^*(a))\}, \quad (1)$$

где x – множестио стратегий игрока 1, μ (x) – функция принадлежности стратегий игрока 1, y – множество стратегий игрока 2, μ (y) – функция принадлежности стратегий игрока 2, a - функция выигрыша для матрицы игры Fuzzy, μ*(a) – функция принадлежности выигрышной функции матрицы игры.

Следующая формула описывает исходные величины игры Г по методу Fuzzy:

$$\Gamma = (X, Y, a). \quad (2)$$

Переход от исходной версии к версии Fuzzy происходит по трем ступеням.

На первой ступени определяются внутренние показатели. В исходном множестве альтернатив должно быть определено множество Fuzzy. По классической теории игр принадлежность элемента необходимо определить однозначно: „да“ или „нет“. По методу Fuzzy необходимо исследовать принадлежность далеко за пределами этих двух возможностей. С помощью специальной функции принадлежности отдельные числовые характеристики в значении принадлежности будут релятивизированы. При этом шкала оценок альтернатив (множество стратегий игрока 1) будет построена в форме множеств Fuzzy. Значение принадлежности μ_i для отдельных альтернатив будет определено при помощи следующей матрицы:

	K_1	K_2 … K_l … K_L	μ_i
x_1	μ_{11}	μ_{12} … μ_{1l} … μ_{1L}	$\frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\mu_{1l} = \mu_1$
x_2	μ_{21}	μ_{22} … μ_{2l} … μ_{2L}	$\frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\mu_{2l} = \mu_2$
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮
x_i	μ_{i1}	μ_{i2} … μ_{il} … μ_{iL}	$\frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\mu_{il} = \mu_i$
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮	⋮
x_m	μ_{m1}	μ_{m2} … μ_{ml} … μ_{mL}	$\frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L}\mu_{ml} = \mu_m$

(3)

На второй ступени определяются внешние показатели на основании множества стратегий множеств Fuzzy игрока 2. Вычисление данных принадлежностей возможно с помощью специальной функции принадлежности. Величины Fuzzy изображаются в форме матриц. Основной матрицей желаемой игры является следующая:

	y_1	y_2 … y_j … y_n
x_1	μ_{11}	μ_{12} … μ_{1j} … μ_{1n}
x_2	μ_{21}	μ_{22} … μ_{2j} … μ_{2n}
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮
x_i	μ_{i1}	μ_{i2} … μ_{ij} … μ_{in}
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮
x_m	μ_{m1}	μ_{m2} … μ_{mj} … μ_{mn}

(4)

На третьей ступени определяется ядро алгоритма. Необходимо объединить в одной матрице Fuzzy результаты 1 и 2 ступеней, неопределенное множество альтернатив (стратегий игрока 1) и основную матрицу. Это осуществляется с помощью Min-оператора, причем

$$\mu_{ij}^{*} = Min(\mu_i, \mu_{ij}) \tag{5}$$

является функцией принадлежности для неопределенных множеств выигрышей:

	y_1	y_2 … y_j … y_n
x_1	μ^*_{11}	μ^*_{12} … μ^*_{1j} … μ^*_{1n}
x_2	μ^*_{21}	μ^*_{22} … μ^*_{2j} … μ^*_{2n}
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮
x_i	μ^*_{i1}	μ^*_{i2} … μ^*_{ij} … μ^*_{in}
⋮	⋮	⋮ ⋮ ⋮
x_m	μ^*_{m1}	μ^*_{m2} … μ^*_{mj} … μ^*_{mn}

(6)

Решение игры можно получить по принципу Min-мах классической теории игр. После того, как будет составлен предварительный план, следует сделать несколько указаний по функции принадлежности. Для функций принадлежности существуют различные формулировки. Наряду с линейными функциями принадлежности будут рассматриваться также функции формы *S*. К. Д. Шваб (Schwab) внес предложение по определению функции принадлежности в рамках многокритериального решения [3]. Для этого используется интерполирующая кубическая функция Spline. Через точки α_O, α_D и α_M прокладываются два полинома третьей ступени. После того, как задаются значения α_O, α_D, α_M, функция принадлежности μ_j (a) определяется так:

$$\mu_j(a) = \begin{cases} Aa^3 + Ba^2 + Ca + D & \text{для} \quad a \le a_a, \\ Ea^3 + Fa^2 + Ga + H & \text{для} \quad a_a \le a \le a_D, \\ 1 & \text{для} \quad a_D \le a \le a_M, \\ & \text{для} \quad a_M \le a. \end{cases} \tag{7}$$

Данная функция принадлежности действительна для $\alpha_O < \alpha_M$. Для случая $\alpha_O \ge \alpha_M$ интервалы должны быть соответственно изменены. Коэффициенты ($A...H$) вычисляются из системы уравнений, которая образуется на основании следующих требований: непрерывности, непрерывной дифференцируемости, монотонности и минимальной кривизны и подбора опорных точек (α_O, α_D, α_M) для функций Spline.

$$\begin{aligned}
&(G1) \quad Aa_0^3 + Ba_0^2 + Ca_0 + D = 0. \\
&(G2) \quad Aa_D^3 + Ba_D^2 + Ca_D + D = 0. \\
&(G3) \quad Ea_D^3 + Fa_D^2 + Ga_D + H = 0. \\
&(G4) \quad Ea_M^3 + Fa_M^2 + Ga_M + H = 0. \\
&(G5) \quad 3Aa_0^2 + 2Ba_0 + C = 0. \\
&(G6) \quad 3Ea_M^2 + 2Fa_M + G = 0. \\
&(G7) \quad 3Ea_D^2 + 2Ba_D + C - 3Ea_D^2 + 2Fa_D + G = 0. \\
&(G8) \quad 6Aa_D + 2B - 6Ea_D - 2F = 0.
\end{aligned} \tag{8}$$

Линейная система уравнения $\{(G_1) \ldots (G_8)\}$ не является сингулярной, поэтому всегда имеет одно решение $\{A,...,H\}$.

Чтобы гарантировать, что $\mu_j(a) \subset [0,1]$ является монотонной в α, должно быть обеспечено следующее неравенство:

$$-1 + \sqrt{2} \le \frac{|a_M - a_D|}{|a_D - a_0|} \le 1 + \sqrt{2}. \tag{9}$$

Подготовка исходной информации для решения задачи должна выполняться тремя ступенями согласно вышеприведенному алгоритму. На первом этапе шкалы внутренних факторов влияния выражаются в виде множества Fazzy. Функции принадлежности рассчитываются по (7). Первый этап заканчивается оценкой матрицы (3) (табл. 4). На следующем этапе составляется матрица внешних показателей (табл. 5). Расчет выполняется по (7). На третьем этапе составляется матрица Fazzy-игры по (5). Решение выполняется по принципу min-max классической теории игр (табл. 6).

В результате решения по критерию min-max наиболее рациональным является вариант 5 – открытая пороговая укладка. Он требует незначительных затрат на выполнение строительных работ, однако отличается достаточной технической надежностью. Следует отметить, что это решение не является рекомендуемым для всех случаев. При укладке кабелей в других условиях необходимо повторное решение задачи.

ТАБЛИЦА 4. Определение значений μ_i

Варианты	Параметры									
	Внутренние параметры системы									Критерий Лапласа
	Параметры плана				Строительные параметры					
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	
1	0,07	0,499	0,970	0,99	0,645	0,853	0,541	0,122	0,642	0,576
2	1,00	0,777	0,028	0,74	0,00	0,01	0,00	0,911	0,890	0,498
3	1,00	0,970	0,444	0,970	0,50	0,00	0,110	0,00	0,141	0,506
4	0,107	0,642	0,970	1,00	0,899	0,993	0,341	0,814	0,642	0,708
5	0,00	0,159	0,970	1,00	1,00	1,00	1,00	0,814	1,00	0,747

6	0,878	1,00	1,00	0,627	0,00	0,502	0,451	0,993	0,970	0,729
7	1,00	0,499	0,090	1,00	0,641	0,502	0,00	0,00	0,499	0,588
8	0,087	0,970	1,00	0,00	0,00	0,502	0,451	0,993	0,970	0,550
9	0,878	0,028	0,642	0,98	0,645	0,670	0,776	1,00	0,970	0,722

ТАБЛИЦА 5. Основная матрица

Варианты S_1	Параметры S_{11}					
	Внешние параметры системы			Производственные параметры		
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
X_1	0,690	1,000	1,000	0,151	0,107	1,000
X_2	0,642	0,777	0,970	0,970	0,890	0,000
X_3	0,777	0,890	0,970	0,370	0,499	0,107
X_4	0,390	1,000	1,000	0,107	0,151	1,000
X_5	0,970	0,642	0,642	0,642	1,000	0,890
X_6	0,107	0,151	0,107	1,000	0,970	0,642
X_7	0,890	1,000	1,000	0,777	0,000	1,000
X_8	0,107	0,000	0,000	0,970	0,970	0,499
X_9	0,499	0,151	0,151	1,000	1,000	0,042

ТАБЛИЦА 6. Матрица нечеткой игры

S_{11} / S_1	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	Min-max
(x_1;0,576)	(a_{11};0,576)	(a_{12};0,576)	(a_{13};0,576)	(a_{14};0,151)	(a_{15};0,107)	(a_{16};0,576)	0,107
(x_2;0,498)	(a_{21};0,498)	(a_{22};0,498)	(a_{23};0,498)	(a_{24};0,498)	(a_{25};0,498)	(a_{26};0,000)	0,000
(x_3;0,506)	(a_{31};0,506)	(a_{32};0,506)	(a_{33};0,506)	(a_{34};0,506)	(a_{35};0,499)	(a_{36};0,107)	0,107
(x_4;0,708)	(a_{41};0,708)	(a_{42};0,708)	(a_{43};0,708)	(a_{44};0,107)	(a_{45};0,151)	(a_{46};0,708)	0,107
(x_5;0,747)	(a_{51};0,747)	(a_{52};0,642)	(a_{53};0,642)	(a_{54};0,642)	(a_{55};0,747)	(a_{56};0,747)	0,642
(x_6;0,729)	(a_{61};0,107)	(a_{62};0,151)	(a_{63};0,107)	(a_{64};0,729)	(a_{65};0,729)	(a_{66};0,642)	0,107
(x_7;0,588)	(a_{71};0,588)	(a_{72};0,588)	(a_{73};0,508)	(a_{74};0,588)	(a_{75};0,000)	(a_{76};0,588)	0,000
(x_8;0,549)	(a_{81};0,107)	(a_{82};0,000)	(a_{83};0,000)	(a_{84};0,549)	(a_{85};0,549)	(a_{86};0,499)	0,000
(x_9;0,723)	(a_{91};0,499)	(a_{92};0,151)	(a_{93};0,151)	(a_{94};0,723)	(a_{95};0,723)	(a_{96};0,642)	0,151

5. Выводы

С помощью предложенного алгоритма стало возможным по-новому осуществлять выбор рационального варианта устройства трассы электрокабелей в условиях нечеткой информации. Предлагаемый способ предоставляет принимающему решение новые возможности в получении данных о соотношениях между строительными, эксплуатационными и производственными параметрами.

Литература

[1] Zadeh L. A. (1965) Fuzzysets. *Information and control* **8**, 338–353

[2] Zadeh L. A. (1968) Fuzzyalgoritmus. *Information and control* **12**, 94–102

[3] Ali Y. M., Zhang L. (2001) A methodology for fuzzy modelling of engineering systems. *Fuzzy sets and systems* **118**, 181–197

[4] Bothe H. H. (1997) *Fuzzy Logic.* Springer Verlag, Berlin-Heidelberg
Pitt M. Y. (2000)The application of the games theory to group projects assessment. *Teaching in higher education* **2**, No. 5, 233–242.

[5] Peldschus F., Zavadskas E. K. (1997) *Matrix games in building technology and management.* : Technika, Vilnius (in Lithuanian).

[7] Schwab K.D. (1983) *Ein auf dem Konzept der unscharfen Mengen basierendes Entscheidungsmodell bei mehrfacher Zielsetzung.* Peter Lang, Diss. TH Aachen, Frankfurt am Main

Received on the 30th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2, 60-65
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

Э. ЗАВАДСКАС, А. КАКЛАУСКАС, М. ГИКИС

Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса
ал. Саулетякио, 11, Вильнюс, LT-2040 Литва
Тел: (+370 5) 2 74 50 02; факс: (+370 5) 2 74 50 16.
E-mail: Edmundas.Zavadskas@adm.vtu.lt

Рассмотрены существующие в настоящее время электронные системы торговли недвижимостью. Установлено, что при оценке альтернативных вариантов применяются экономические критерии и методы оценки. Авторами статьи разработана интернетная система оценки выбора наилучшего варианта недвижимости с использованием методов многокритериальной оценки. Разработанная система позволяет выполнять оценку с учетом технических, эксплуатационных, правовых, социальных и других факторов. Разработанная система используется при интернетной подготовке магистров в области управления недвижимостью и в практике оценки недвижимости.
Ключевые слова: *недвижимость, торговля, управление, многокритериальная оценка, интернетные системы, подготовка магистров.*

1. Существующие системы электронного бизнеса в области недвижимого имущества

В настоящее время в мире создано много систем электронного бизнеса в области недвижимого имущества: www.ired.com, www.cyber-homes.com, www.comspace.com, www.assist2sell.com, www.eloan.com, www.iown.com, www.homescout.com, realestate.yahoo.com, www.mapquest.com, www.datatrac.net, www.reltor.com, www.replace.com, www.bankrate.com, www.eloan.com, www.quickenmortgage.com, www.rent.net, www.arcsystems.com, ASHI, Countrywide, CyberHomes, Digital City, DoltYourself.com, GetSmart, Home Advisor, Homebuyer's Fair.

Электронные системы бизнеса в области недвижимого имущества [1-3] предоставляют информацию и отчасти услуги в следующих областях: продажа, покупка, аренда недвижимого имущества, различного рода поиски (поиски недвижимого имущества для аренды по предоставленным данным, поиски соседа по квартире), различные советы и информация об аренде недвижимого имущества, его планировании, исчерпывающая информация о закладных, ссудах [4-7], услугах по страхованию недвижимого имущества [3, 8, 9], автомобилей, другого имущества, поселение на новом месте, советы опытных арендаторов начинающим, выбор места проживания или отдыха для пожилых людей (санатории, оздоровительные центры, дома для престарелых), приобретение или прокат мебели, бытовой техники, звуковой и видеоаппаратуры, других принадлежностей, необходимых для дома, услуги лизинга, информация о новом месте жительства, услуги по управлению хозяйством зданий, различного рода объявления, другая познавательная информация и т. д. Целью большинства систем электронной коммерции является поиск наиболее экономичных решений, т. е. преследуются преимущественно экономические цели [1]. Поэтому большинство систем электронной коммерции обрабатывает и предоставляет для принятия решений лишь экономическую информацию и применяет экономические модели.

2. Многокритериальная система электронного бизнеса в области недвижимого имущества

В настоящее время в мире разработано немало методов принятия решений, применяемых в различных областях человеческой деятельности. Многокритериальные методы принятия решений подробно рассмотрены в многочисленных работах [10 - 14], а также в работах авторов статьи [15, 16, 21]. Большой вклад в создание и развитие интернетных систем внесли авторы работ [17 - 20].

Рассматриваемые варианты недвижимого имущества часто приходится оценивать не только с экономической позиции, но и с технической, правовой, социальной и других.

При создании авторами "Многокритериальной системы электронного бизнеса в области недвижимого имущества" была предпринята попытка избежать недостатки разных систем электронного бизнеса в области недвижимого имущества. В настоящей статье вкратце

описывается предлагаемая авторами “Многокритериальная система электронного бизнеса в области недвижимого имущества” (система INTSP).

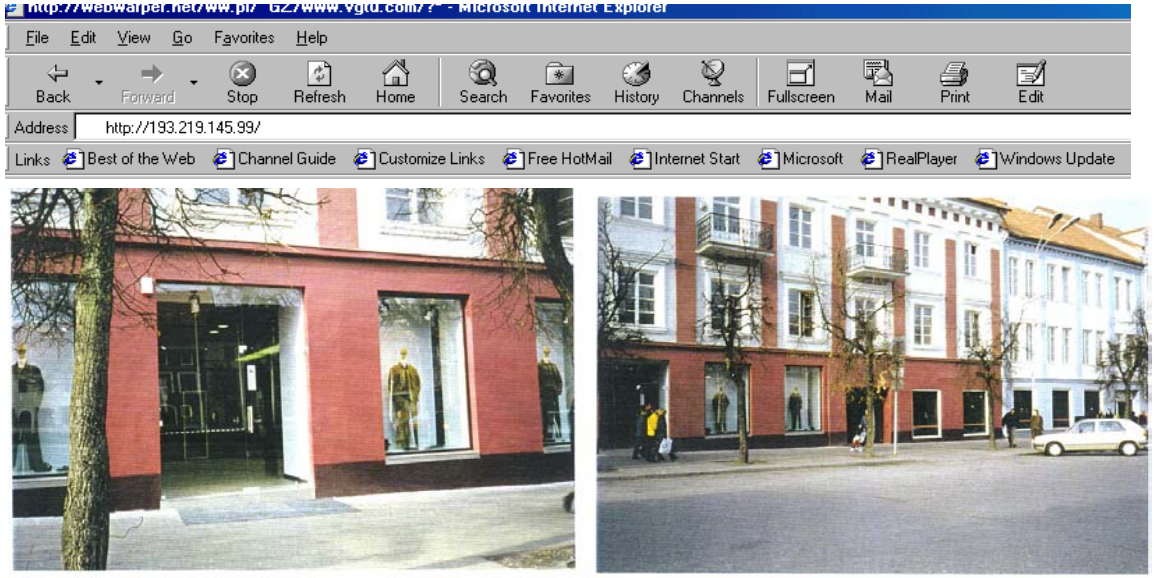
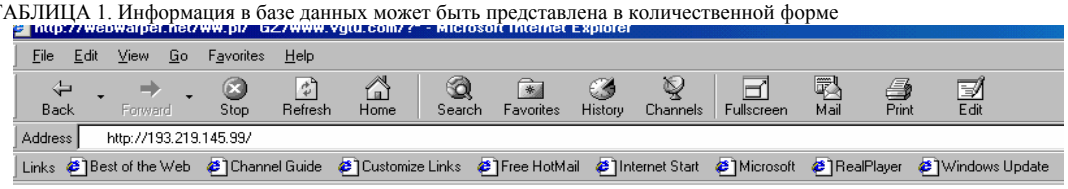


Рис. 1. Информация в базе данных может быть представлена в виде фотографий

При описании в базе данных недвижимого имущества в концептуальной (Рис. 1) и количественной (Табл. 1) формах предлагаемая система INTSP предоставляет информацию о различных аспектах (экономических, количественных, технических, правовых, социальных и т. д.), характеризующих это недвижимое имущество.

ТАБЛИЦА 1. Информация в базе данных может быть представлена в количественной форме



Criteria to be considered	*	Measurement unit	Significance	Alternative versions				
				Savanoriu Avenue	Gostauto Street	Algirdo street	Skroblu street	Liepu street
1. Selling price	-	Thousand Lt	100	186	130	157	125	173
Evaluation of the building								
2. Construction design	+	Points	3.5	0.80	1.00	0.85	1	0,7
3. Physical depreciation	-	Per cent	3.0	34	29	57	28	33
4. Functional depreciation	-	Per cent	2.5	42	52	37	51	41
5. Economic depreciation	-	Per cent	3.5	24	33	13	32	23
6. Number of Auxiliary buildings	+	Units	4.0	1	0	0	0	1
Quantitative assessment of premises								
7. Total area	+	m^2	5.5	334	308	490	300	330
8. Number of salerooms	+	Units	1.5	1	2	2	2	1
9. Area of salerooms	+	m^2	3.5	150	216	230	200	155
Qualitative assessment of premises								
10. Interior	+	Points	4.0	0.60	0.55	1.00	0,56	0,8
11. Exterior	+	Points	2.5	0.80	1.00	0.75	0,6	0,8
12. The need for renovation	-	Points	3.5	0.70	0.50	0.15	0	0,6
13. Trading equipment	+	Points	4.5	0.75	0.00	1.00	1	0,75
14. Number of entrances	+	Units	1.0	1	2	2	0,7	0,7
15. Entrances with respect to the street	+	Points	5.5	0.95	0.60	1.00	0,5	1
16. Position of showcases	+	Points	4.5	1.00	0.50	0.90	1	0,9
17. Advertising possibilities	+	Points	4.0	1.00	1.00	0.90	1	1
18. Location with respect to parts of the world	+	Points	0.5	0.80	1.00	0.60	1	1
Assessment of communications								
19. Engineering communications	+	Points	3.5	1.00	1.00	1.00	1	0,56
20. Number of telephone lines	+	Units	1.5	1	2	1	3	1
21. Assessment of alarm systems	+	Points	5.0	0.00	1.00	0.00	1	1
22. Assessment of air conditioning	+	Points	2.0	1.00	0.25	0.75	0,29	0
Estimation of the place								1
23. Distance from city center	-	km	5.5	4	1	2	1	5
24. Public transport	+	Points	5.0	1.00	0.75	0.80	0,8	1
25. Distance from bus stops	-	km	1.5	200	50	100	55	200
26. Car Park	+	Points	5.0	0.50	1.00	0.70	1	0,5
Other criteria								
27. Prestige of locality	+	Points	7.5	0.80	1.00	0.90	1	0,8
28. Assessment of market conditions	+	Points	6.5	0.95	1.00	0.95	1	0,95

Информация может быть представлена в цифровой, текстовой, фотографической, графической (схемы, графики, диаграммы, чертежи), звуковой форме, в виде формул, снимков, изображений и др. Руководствуясь этой информацией, система INTSP может оценить недвижимое имущество с различных точек зрения (имеются в виду такие аспекты, как определение рыночной стоимости, инвестиционной стоимости, рыночной стоимости использования, остаточной стоимости и других стоимостей). Она может оценить отдельные критерии, оказывающие влияние на стоимость (например, месторасположение, износ, спрос и предложения недвижимого имущества), определить нам лучший и эффективный вариант использования (например, покупатель выбирает жилище, с целью максимального удовлетворения потребности в необходимости и комфорте проживания и личные потребности).

Так как недвижимое имущество рационально оценивать с различных точек зрения, среди моделей системы имеются помогающие принимающему решение выполнить комплексный анализ возможных альтернатив и принять решение. Например, можно детально проанализировать положительные и отрицательные качества рассматриваемых альтернатив, основываясь на подсчитанных значениях и значимостях критериев, значениях рыночной стоимости, уровня полезности и приоритетности недвижимого имущества.

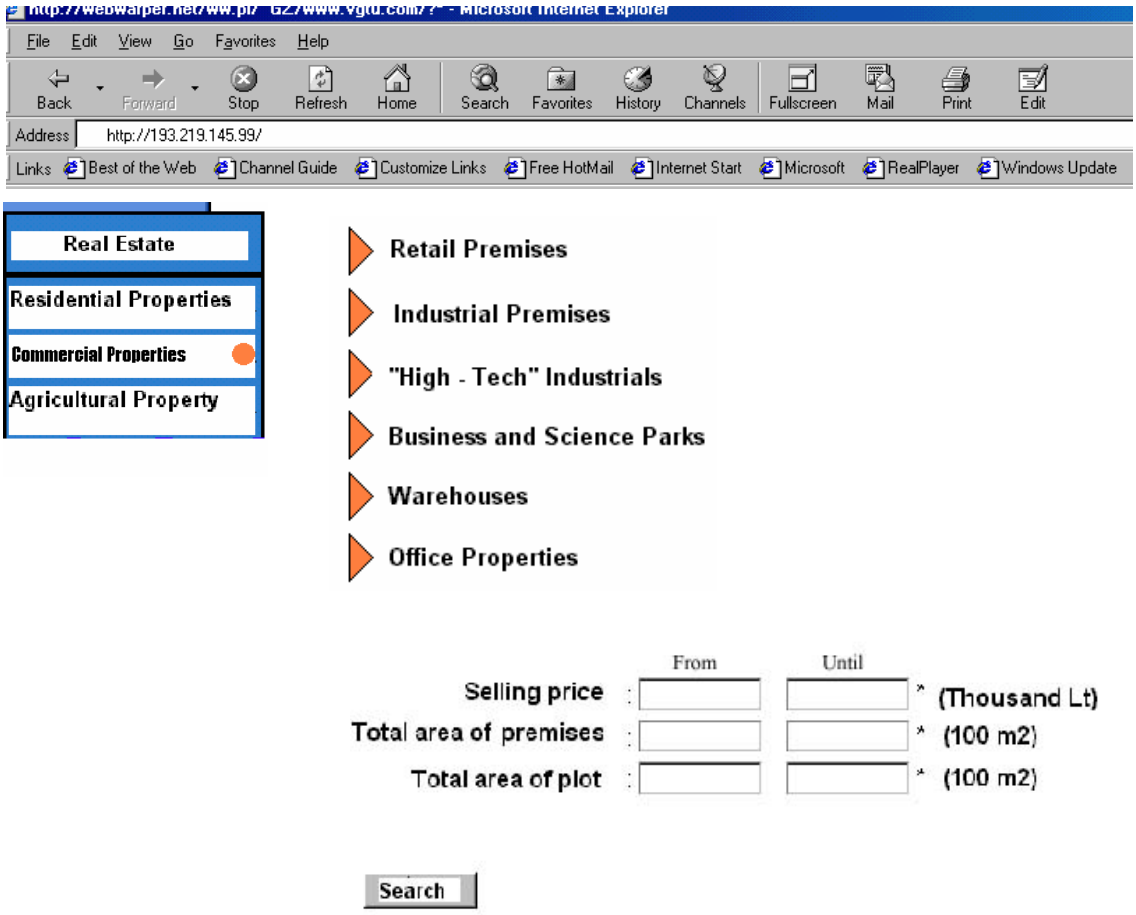


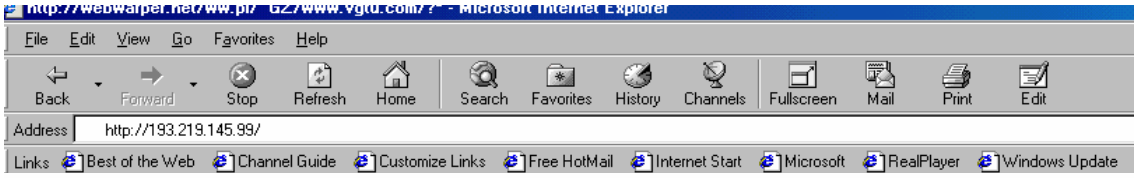
Рис. 2. Потребитель может осуществлять поиск альтернатив в Интернете на страницах различных брокеров

Разработанная авторами система INTSP выполняет следующие функции:

1. Поиск недвижимого имущества (рис. 2). Потребитель может осуществлять поиск альтернатив в Интернете на страницах различных брокеров. Это возможно, так как формы предоставления данных на определенном уровне являются стандартизированными. Стандартизация создает условия для использования специальных программ-агентов, которые производят поиск нужных альтернатив недвижимого имущества на различных страницах брокеров в интернете, собирают о них информацию. Поиск можно ограничить одним или несколькими регионами.

2. Обнаружение альтернатив и формирование сравнительной таблицы. Результаты поисков альтернатив недвижимого имущества приводятся в одной таблице, в которой может быть ссылка на страницу брокера в интернете.
3. Многокритериальный анализ альтернатив и определение наиболее эффективных из них (табл. 2). Многокритериальный анализ альтернатив и определение наиболее эффективных из них проводится на основании системы критериев (цена, условия оплаты, предоставляемые скидки, архитектурная оценка, технические показатели: величина, изолирующие свойства, вредность для здоровия, износ т. д.) с использованием значений и значимостей критериев. На основе информации, собранной в ходе поиска и представленной в сравнительной таблице, подсчитывается степень полезности и приоритетность каждой альтернативы (степень полезности каждой альтернативы находится в прямой и пропорциональной зависимости от значений сравниваемых критериев и относительного влияния значимости на комплексную эффективность варианта).
4. Анализ мнений покупателей. Покупатели имеют возможность ознакомиться с мнениями коллег о предлагаемом недвижимом имуществе.

ТАБЛИЦА 2. Многокритериальный анализ альтернатив и определение наиболее эффективных из них



Criteria to be considered	*	Measurement unit	Significance	Alternative versions				
				Savanoriu Avenue	Gostauto Street	Algirdo street	Skroblu street	Liepu street
1. Selling price	-	Thousand Lt	100	186	130	157	125	173
Evaluation of the building								
2. Construction design	+	Points	3.5	0.80	1.00	0.85	1	0,7
3. Physical depreciation	-	Per cent	3.0	34	29	57	28	33
4. Functional depreciation	-	Per cent	2.5	42	52	37	51	41
5. Economic depreciation	-	Per cent	3.5	24	33	13	32	23
6. Number of Auxiliary buildings	+	Units	4.0	1	0	0	0	1
Quantitative assessment of premises								
7. Total area	+	m^2	5.5	334	308	490	300	330
8. Number of salerooms	+	Units	1.5	1	2	2	2	1
9. Area of salerooms	+	m^2	3.5	150	216	230	200	155
Qualitative assessment of premises								
10. Interior	+	Points	4.0	0.60	0.55	1.00	0,56	0,8
11. Exterior	+	Points	2.5	0.80	1.00	0.75	0,6	0,8
12. The need for renovation	-	Points	3.5	0.70	0.50	0.15	0	0,6
13. Trading equipment	+	Points	4.5	0.75	0.00	1.00	1	0,75
14. Number of entrances	+	Units	1.0	1	2	2	0,7	0,7
15. Entrances with respect to the street	+	Points	5.5	0.95	0.60	1.00	0,5	1
16. Position of showcases	+	Points	4.5	1.00	0.50	0.90	1	0,9
17. Advertising possibilities	+	Points	4.0	1.00	1.00	0.90	1	1
18. Location with respect to parts of the world	+	Points	0.5	0.80	1.00	0.60	1	1
Assessment of communications								
19. Engineering communications	+	Points	3.5	1.00	1.00	1.00	1	0,56
20. Number of telephone lines	+	Units	1.5	1	2	1	3	1
21. Assessment of alarm systems	+	Points	5.0	0.00	1.00	0.00	1	1
22. Assessment of air conditioning	+	Points	2.0	1.00	0.25	0.75	0,29	0
Estimation of the place								1
23. Distance from city center	-	km	5.5	4	1	2	1	5
24. Public transport	+	Points	5.0	1.00	0.75	0.80	0,8	1
25. Distance from bus stops	-	km	1.5	200	50	100	55	200
26. Car Park	+	Points	5.0	0.50	1.00	0.70	1	0,5
Other criteria								
27. Prestige of locality	+	Points	7.5	0.80	1.00	0.90	1	0,8
28. Assessment of market conditions	+	Points	6.5	0.95	1.00	0.95	1	0,95
Priority of the project				**3**	**5**	**2**	**1**	**4**

3. Интернетное обучение магистрантов в области управления недвижимостью

С осеннего семестра 1999 года на кафедре строительной технологии и менеджмента строительного факультета Вильнюсского технического университета им. Гедиминаса (ВГТУ) была введена двухлетняя учебная программа интернетного (дистанционного) обучения

магистрантов специальности Управление недвижимым имуществом. Для дистанционного обучения применяются различные пособия: печатные книги и конспекты лекций, книги и конспекты лекций в электронной форме (страницы ВГТУ в интернете, компактные диски, дискеты), видео- и аудиокассеты, компьютерные системы обучения, традиционные программы и т. п. Консультации проводятся посредством электронной почты, писем, по телефону и непосредственно на кафедрах университета. Поэтому наличие персонального компьютера не является обязательным условием для учебы. Не имеющие компьютера студенты могут успешно учиться по традиционным учебникам, конспектам лекций, а с компьютерными системами обучения, традиционными программами имеют возможность познакомиться в Вильнюсском техническом университете им. Гедиминаса. Экзамены и зачеты сдаются в ВГТУ.

Дистанционное обучение имеет следующие преимущества:

- учиться могут все желающие, жители, больших и маленьких городов Литвы без отрыва от дома и места работы;
- улучшается качество обучения, так как учебные материалы готовят лучшие профессора и доценты университета;
- характер обучения близок к обучению на дневном отделении, так как посредством электронной почты, писем, телефонной связи проводятся консультации. Студенты могут оперативно связаться с преподавателем и между собой.
- экономится время. Учиться можно в свободное время на работе и после работы. Не тратится время на поездку в университет на занятия и участие в них.

В ходе обучения магистранты подробно знакомятся с оценкой недвижимого и движимого имущества и бизнеса, управлением недвижимым имуществом, экономикой, маркетингом, страхованием недвижимого имущества и т. д.

С осеннего семестра 2003 года на кафедре строительной технологии и менеджмента строительного факультета ВГТУ планируется ввести двухлетнюю учебную программу интернетного (дистанционного) обучения магистрантов специальности “Управление недвижимым имуществом“ на английском языке.

Выводы

1. В настоящее время часть участников торговли недвижимостью свои услуги предлагают с использованием новейших информационных технологий, в частност, интернета.
2. Абсолютное большинство существующих информационных систем предлагает выбор вариантов осуществлять по экономическим критериям. Большинство интернетных систем позволяет осуществлять обработку информации и принятие решений с использованием экономической информации и экономических моделей.
3. Однако при анализе вариантов недвижимого имущества более объективной является оценка, проводимая не только с экономических позиций, но также с учетом качества, технических, эксплуатационных, правовых, социальных и других показателей эффективности.
4. Предлагается разработанная авторами многокритериальная система электронного бизнеса в области недвижимого имущества.
5. Разработанная система успешно применяется при подготовке магистров в области управления недвижимостью, а также в практике торговли недвижимостью.

Литература

[1] http://www.financenter.com/solutions/centers/property_casua lty.fcs
[2] http://www.costbenefit.com/
[3] http://www.paladin-group.com/
[4] http://www.movingcenter.com/mc.dll?page calculator&partner latimes
[5] http://www.domania.com/calculators/index.jsp.lt=a2
[6] http://homestore.com/Finance/Calculators/mortgagequalifier.asp
[7] http://homeadvisor.msn.com/services/calculators.aspkttp://www.costbenefit.com/
[8] http://www.homosinboise.com/
[9] http://barmore.com/home.html/

[10] Ozernoy V. M. (1986) A framework for choosing the most appropriate discrete alternative multiple criteria decision making method in decision support systems and expert systems. In: *Proceedings of the seventh international conference on multiple criteria decision making.* Vol.2. Kyoto, Japan, 1986, 56-64.

[11] Goicoechea A., Nelson R.W., Truszkowski W. (1986) A decision-support system for systems engineering and management. In: *Proceedings of the seventh international conference on multiple criteria decision making.* Vol. 2. Kyoto, Japan, 1986, p. 71-79.

[12] Geoffrey G. Decision analysis. Pitman publishing. 1988. 322 p.

[13] Goodwin P., Wright G. (1996) *Decision analysis for management judgement.* John Wiley and Sons Ltd. 310 p.

[14] Goul M., Philippakis A., Kiang M.Y., Fernandes D., Otondo R. (1997) Requirements for the design of a protocol suite to automate DSS deployment on the World Weide Web: a client/server approach. *Decision support systems* **19**, 151-170. September 13-15, 2000. Reading.

[15] Zavadskas E.K., Kaklauskas A., Krutinis M., Malienė V., Raslanas S. Property E-Business System. Joint meeting of CIB W55/W65 and TG 23/TG 31/TG 35. September 13-15, 2000. Reading

[16] Zavadskas E.K., Kaklauskas A., Krutinis M., Malienė V., Trinkūnas V., Gikys M. (2000) Increase of efficiency of e-commerce systems applying multiple criteria decision support systems. In: *52nd meeting of the European Working Group "Multicriteria aids for decisions"*, 5-6 October, 2000. Lithuania.

[17] Liang T.P., Huang J.S. (2000) A framework for applying intelligent agents to support electronic trading. *Decision support Systems* **28**, 305-317.

[18] Liang T.P., Huang J.S. (1998) An empirical study on consumer acceptance of products on electronic market: a transaction cost model. *Decision support systems* **24,** 29-43.

[19] Harpin S. (2000) *The definitive European Internet start-up guide.* Macmillan prec Ltd., New York, 383p

[20] Eager B., McCall C. (2000) *Ouline marketing.* A Division of Macmillan, Indianapolis, 297p.

[21] Zavadskas E.K., Kaklauskas A. (2002) *Web-Based Decision Support.*Technika, Vilnius, 292p

Received on the 30th of December 2003

Computer Modelling & New Technologies, 2003, Volume 7, No.2
Transport and Telecommunication Institute, Lomonosov Str.1, Riga, LV-1019, Latvia

Authors' index

ANDREYEV A.A.	16
BEN-YAIR A.	16
GIKIS M.	60
GOLENKO-GINZBURG D.	48
KAKLAUSKAS A.	60
KARABLIKOV A.N.	26
KOCHIN D.YU	37
KUZMIN A.	7
LARICHEV O.I.	37
LASLO Z.	48
LYUBKIN S.M.	16
PELDSHUS F.	51
PODVEZ'KO V.S.,	26
REZER V.S.	16
SHUNIN YU.N.	48
USTINOVICH L.L.	26, 37
ZAVADSKAS E.K.	51,60
E. ZELIKSON	48

Yuri N. Shunin (b. March 6, 1951 in Riga)

- Vice-rector on innovation work (Information Systems Institute), professor, Dr.Sc. Habil.
- *Director of specialities*: Semiconductor Electronics & Technologies, Computer simulation of semiconductor technologies (Transport and Telecommunication Institute, Riga).,
- *Director of speciality:* Information Systems (Information System Institute).
- **University study**: Moscow physical and technical institute (1968-1974).
- Ph.D. (physics & mathematics) on solid state physics (1982, Physics Institute of Latvian Academy of Sciences), Dr. Sc. Habil (physics & mathematics) on solid state physics (1992, Ioffe Physical Institute of Russian Academy of Sciences).
- **Publications:** 220 publications, 1 patent.
- **Scientific activities**: solid state physics, physics of disordered condensed media, amorphous semiconductors and glassy metals, semiconductor technologies, heavy ion induced excitations in solids, mathematical and computer modelling, system analysis

Igor V. Kabashkin (born in Riga, 1954)

- Vice-rector for Research and Development Affairs of Transport and Telecommunication Institute, Professor, Director of Telematics and Logistics Institute,
- PhD in Aviation (1981, Moscow Institute of Civil Aviation Engineering), Dr.Sc.Habil. in Aviation (1992, Riga Aviation University), Member of the International Telecommunication Academy, Member of IEEE, Corresponding Member of Latvian Academy of Sciences (1998)
- **Publications:** 290 scientific papers and 67 patents.
- **Research activities:** information technology applications, operations research, electronics and telecommunication, analysis and modelling of complex systems, transport telematics and logistics

Alexei Kuzmin (b. August 12, 1968 in Riga)

- Leading Researcher at EXAFS Spectroscopy Laboratory of the Institute of Solid State Physics, University of Latvia
- **Education:** 1985-90 M.Sc. degree in Physics (Department of Physics and Mathematics, University of Latvia, Riga, Latvia); 1990-92 Ph.D. degree in Physics (Institute of Solid State Physics, University of Latvia, Riga, Latvia); 1993 attended the Higher European Research Course for Users of Large Experimental Systems "HERCULES-1993".
- **Membership**: International XAFS Society (IXS), European Synchrotron Radiation Society (ESRS), Latvian Synchrotron Radiation Society (LSRS).
- **Awards:** Academia Europaea Baltic Prize, 1996.
- **Publications:** 76 scientific papers.
- **Research activities:** x-ray absorption spectroscopy of oxide compounds (crystals, thin films, glasses, solutions) containing transition metal and rare-earth ions. The author of original data analysis software package "EDA" for simulation of x-ray absorption spectra. Coordinator of the Latvian SuperCluster project.

Andrej Karablikov (born September 1, 1942, Vilnius, Lithuania)

- Assoc. Professor, Dr. Sc., Dept of Building Technology and Management. Vilnius Gediminas Technical University (VGTU)

Education: Kaunas Politechnic Intitute, Lithuania, 1963.
Dissertation (PhD): Kijev Politechnic Institute, Ukraina, 1981.
Publications: 60 publications, 1 patent.
Scientific activies: Construction technology and management, Financing of real Estate Investment

Valentinas Podvezko (born September 23, 1943, Feodesija, Ukraine)

- Assoc. Proffessor, Dr. Sc. Dept of Mathematical Statistics, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio ave.11, Vilnius 2010, Lithuania. E-mail: lsaulis@rasa.vtu.lt
- **Education:** Moscow State University (Faculty of Mathematics), 1966
- **Publications**: 50 publications.
- **Scientific activities**: Sampling and Forecasting of Models in Economics and Technologies

Leonas Ustinovichius (born October 6, 1959, Vilnius, Lithuania)

- Proffessor, Doctor of technical sciences. Dept of Building Technology and Management, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), Saulėtekio ave.11, Vilnius 2010, Lithuania E-mail: leonasu@st.vtu.lt
- **Education:** Vilnius Gediminas Technical University, 1982
- **Publications**: 80 publications.
- **Scientific activities**: Leonas Ustinovičius, together with Prof. E. K. Zavadskas, works in scientific and practical field, important nowadays. That is authorised design of one store industrial buildings istallation and multipurpose selectonovation in the construction of technological decisions. The essence of the trend is creation of the automated system, improvement of project quality. For this work in 1987 L.Ustinovichius was awarded a bronze medal in the Exhibition of the achievements in national economy.

Oleg I. Larichev

- Academician of RAS, chief of The Theory and Methods of Decision Making department of Institute for System Analysis RAS.

Publications: more than 200 scientific papers, 5 books.
Research activities: decision making, artificial intelligence, implicit learning, expert systems
Prospect 60 let Octiabria 9, Moscow, Russia, e-mail address: oil@isa.ru

Dmitry Kochin

- Research assistant of The Theory and Methods of Decision Making department of Institute for System Analysis RAS.

Education: Moscow Institute for Physics and Technology (MIPT), 2000. Currently – PhD student at ISA RAS.
Publications: 8 scientific papers.
Research activities: decision making, artificial intelligence, implicit learning, expert systems
Prospect 60 let Octiabria 9, Moscow, Russia, e-mail address: dco@mail.ru

Edmundas K. Zavadskas

Prof. Dr. sc. habil. Dr. h. c.
First Vice-rector (b. Mai 12, 1994, Vilnius (Lithuania), Vilnius Gediminas Technical University (VGTU).
University study: Kaunas Politechnical Institute (1967), PhD in Civil Engineering (1973), Vilnius Civil Engineering Institute,
Dr. of Technical science in Civil Engineering (1987). Moscow Civil Engineering Inst.
Dr. sc. habil. (1993) Vilnius Gediminas Technical University.
Dr. h. c. (2001) Poznan Technical University.
Member of Lithuanian Academy of Sciences (1991).
State Scientific Award of Lithuania Republic (1996), Member (CIB, IIABS, UNESCO supported International Centre for Engineering Education, European working Group MCDA), President for National OR Society.

Research fields: Construction Technology, Resource Economy, Theory of Decision Making, Computer-aided Design, Expert Systems, e-Technologie.
Publications: 400 scientific papers.
Monographics: Komplexe Bewertung und Auswahl ressourcensparender Entscheidungen im Bauwesen (1987), Systemotechnical Evaluation of Construction Technology processes (1991), Multiple Criteria Analysis of Projects (1992), Multiple Criteria Evaluation of Projects in Construction (1994), Expert Systems in Construction Industry (1995), Systemotechnical Evaluation of Construction Projects (1996), Matrix Games in Building Technology and Management (1997), Decision Support systems in Construction (1999), Multiple Criteria Analysis of a Buildings Life Cycle (2001), Internet Decision Support (2002), Chief and Scientific Editor of „Journal of Civil Engineering and Management“, “International Journal strategic Property Management“, “Technological and Economical Development of Economics“, „Technical Encyclopedia“.
Member of Scientific Committee: „Foundations of Civil and Environmental Engineering“ (Poland), „Вестник национального авиационного университета“ (Ukraine).
Office adress: Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio 11, LT – 2040, Lithuania.
Ph. (8-5) 2745002, Faks (8-5)2700114, Mob. 8 698 20779.
e-mail: Edmundas.Zavadskas@adm.vtu.lt
http://www.vgtu.lt/EdmundasZavadskas/

COMPUTER MODELLING & NEW TECHNOLOGIES

ISSN 1407-5806 & ISSN 1407-5814(on-line)

EDITORIAL BOARD:

Prof. Igor Kabashkin (Chairman of the Board), *Transport & Telecommunication Institute, Latvia*
Prof. Yuri Shunin (Editor-in-Chief), *Transport & Telecommunication Institute, Latvia*
Prof. Adolfas Baublys, *Vilnius Gedeminas Technical University, Lithuania;*
Dr. Brent Bowen, *University of Nebraska at Omaha , USA*;
Prof. Olgierd Dumbrajs, *Helsinki University of Technology, Finland*;
Prof. Eugene Kopytov, *Transport & Telecommunication Institute, Latvia*
Prof. Arnold Kiv, *Ben-Gurion University of the Negev, Israel*
Prof. Anatoly Kozlov, *Moscow State University of Civil Aviation, Russia;*
Prof. Edmundas Zavadskas, *Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania.*
Prof. Juris Zakis, *University of Latvia*.
Technical editor:
MS Christina Hamroon, *Transport & Telecommunication Institute, Latvia*
Host Organization:
Transport and Telecommunication Institute - Eugene Kopytov, Rector
Co-Sponsor Organizations:
PAREX Bank, Latvia - Valery Kargin, President
Supporting Organization:
Latvian Transport Development and Education Association - Andris Gutmanis, President
Latvian Academy of Sciences - Juris Ekmanis, Vice-prezident
Latvian Operations Research Society – Igor Kabashkin, President
University of Nebraska at Omaha , USA - Brent Bowen, Director of Aviation Institute
The Khaim Kordonsky Charitable Foundation

THE JOURNAL IS DESIGNED FOR PUBLISHING PAPERS CONCERNING THE FOLLOWING FIELDS OF RESEACH:

- mathematical and computer modelling
- mathematical methods in natural and engineering sciences
- physical and technical sciences
- computer sciences and technologies
- semiconductor electronics and semiconductor technologies
- aviation and aerospace technologies
- electronics and telecommunication
- navigation and radar systems
- telematics and information technologies
- transport and logistics
- economics and management
- social sciences

Articles are presented in the journal in English (preferably), Russian, German and Latvian languages (at the option of authors). All articles are reviewed.

EDITORIAL CORRESPONDENCE

Transporta un sakaru institūts (Transport and Telecommunication Institute)
Lomonosova iela1, LV-1019, Riga ,Latvia. Phone: (+371)-7100593. Fax: (+371)-7100535.
E-mail: journal@tsi.lv, http:// www.tsi.lv

COMPUTER MODELLING AND NEW TECHNOLOGIES, 2003, Vol7, No.1
Scientific and research journal of Transport and Telecommunication Institute (Riga, Latvia).
The journal is published since 1996.

The Camera-Ready Copies

PREPARATION OF CAMERA-READY TYPESCRIPT: COMPUTER MODELLING AND NEW TECHNOLOGIES

A Guide for Authors

A.N. AUTHOR
Affiliation
Institute address

Abstract reviews the main results and peculiarities of a contribution. Abstract is presented always in English or in English and the second (presentation) language both.
Keywords: main terms, concepts

1. Introduction

These instructions are intended to provide guidance to authors when preparing camera-ready submissions to a volume in the **CM&NT**. Please read these general instructions carefully before beginning the final preparation of your camera-ready typescript.
Two ways of preparing camera-ready copy are possible:
(a) preparation on a computer using a word processing package;
(b) printed copy fitted for scanning.

2. Printer Quality, Typing Area and Fonts

IMPORTANT:
If you produce your camera-ready copy using a laser printer, use a 15 x 23 cm typing area (in A4 format: 30 mm - left, 30 mm- right, 30 mm- top, 30 - bottom, line spacing - single), as in these instructions, in combination with the **10 points Times** font. The pages will then be reproduced one to one in printing.
Fonts
The names and sizes of fonts are often not the same on every computer system. In these instructions the Times font in the sizes 10 points for the text and 8 points for tables and figure legends are used. The references section should be in the 10 points font.

3. Format and Style

The text should be in clear, concise English (or other declared language). Please be consistent in punctuation, abbreviations, spelling (***British English***), headings and the style of referencing.

Camera-ready copy will be printed exactly as it has been submitted, so please make sure that the text is proofread with care.

In general, if you prepare your typescript on a computer using a word processing package, use styles for the font(s), margin settings, headings, etc., rather than inserting these layout codes every time they are needed. This way, you will obtain maximum consistency in layout. Changes in the layout can be made by changing relevant style(s).

4. Layout of the Opening Page

A sample for the opening page of a contribution is shown in Figure 1 on page 3. Requirements for the opening page of a contribution are (see also Figure 1) : the titles should always be a centered page and should consist of: the title in capital letters, bold font, flush center, on the fourth text line; followed by the subtitle (if present) in italics, flush center, with one line of white above. The author's name(s) in capitals and the affiliation in italics, should be centered and should have two lines of white space above and three below, followed by the opening text, the first heading or the abstract.

5. Headings

Please distinguish the following four levels of headings:

1. First-order Heading

This heading is in bold, upper and lowercase letters, numbered in arabic figures, and has two lines of space above and one line below. The text begins full out at the left margin.

1.1. SECOND-ORDER HEADING IN CAPITALS

This heading is in roman capitals, numbered in arabic figures and has one line of space above and below. The text begins full out at the left margin.

1.1.1. *Third-order Heading in Italics*

This heading is in italics, upper and lower case letters, numbered in arabic figures and has one line of space above and no space below. The text begins full out at the left margin.

Fourth-order Heading in Italics. This heading is in italics, upper and lowercase letters, with one line of space above the heading. The heading has a full stop at the end and the text runs on the same line.

↕ 3 lines of white

TITLE OF CONTRIBUTION

Subtitle of Contribution

↕ 2 lines of white

A.N. AUTHOR

Affiliation

Institute address

↕ 3 lines of white

Abstract

↕ 2 lines of white

First textline

Figure l. Example of an opening part of contribution to a Volume of CM&NT.

6. Figures and Photographs

- *Line drawings* must be submitted in original form, on good quality tracing paper, or as a glossy photographic print.
- *Halftone photographs* must be supplied as glossy prints.
- *Colour illustrations.* Colour illustrations are more expensive and the author is expected to cover the extra costs . Please consult with Editors about this.

Mount all illustrations directly into the text at the appropriate places. Alternatively, it is acceptable to leave the appropriate space blank in the text, and submit the illustrations separately. In this case You must put the figure numbers in pencil in the open spaces in the text and on the back of the figures. Also indicate the top of the illustration.

For computer plotting the ORIGIN Software is preferable.

- Legends for figures/illustrations should not be incorporated in the figure itself and they should be listed in numerical order (headed as "*Figure1.*", "*Figure 2.*", etc.). The legends should be set centered, below the figure.

7. Displayed Equations

Displayed equations should be in the left side of the page, with the equation number in parentheses, flush right.

$$E_{int} = \iint \psi^{+}(\mathbf{x})\psi(\mathbf{x})K(\mathbf{x}-\mathbf{x}')(-div\mathbf{P}(\mathbf{x}'))d^3xd^3x' \ , \tag{1}$$

$$K(\mathbf{x}-\mathbf{x}') = C_0 \frac{exp(-\lambda(|\mathbf{x}-\mathbf{x}'|)}{|\mathbf{x}-\mathbf{x}'|} \ . \tag{2}$$

Font sizes for equations are: 12pt -full, 7pt - subscripts/superscripts, 5pt - sub- subscripts/superscripts, 18pt - symbols, 12pt - subsymbols .

8. Tables

Please center tables on the page, unless it is necessary to use the full page width. Exceptionally large tables may be placed landscape (90^0 rotated) on the page, with the top of the table at the left-hand margin. An example of a table is given below:

TABLE 1. National programs of fusion research [1]

Experiment	Type	Laboratory	Task	Begin of operation
JET	tokamak	Joint European Torus, Culham, UK	Plasma physics studies in the region close to ignition	1983
TEXTOR	tokamak	FA, Jülich. Germany	Studies of plasma-wall interaction	1982
TORE SUPRA	tokamak	CEA, Cadarache, France	Testing of super-conducting coils, stationary operation	1988
ASDEX Upgrade	tokamak	IPP, Garching, Germany	Plasma boundary studies in divertor plasmas	1990
WENDELSTEIN 7-AS	stellarator	IPP, Garching, Germany	Testing the principles of ”advanced stellarator”	1988
WENDELSTEIN 7-X	stellarator	IPP, Greifswald, Germany	Testing feasibility of ”advanced stellarator” for power station	2004

9. References

The References should be typeset in a separate section as a numbered list at the end of your contribution in the following style:

Journal articles should consist of: author's name, initials, year, title of article, journal title, volume number, inclusive page numbers, e.g.:

[1] Dumbrajs O. (1998) Nuclear Fusion. *RAU Scientific Reports &Computer Modeling & New Technologies* **2**, aa-zz

[2] Kiv A.E. , Polozovskaya I.A., Tavalika L.D. and Holmes S. (1998) Some problems of operator-machine interaction.. *RAU Scientific Reports &Computer Modelling & New Technologies* **2**, aa-zz

[3] Shunin Yu.N. (1996) Elementary excitations and radiation defects in solids induced by swift heavy ions. *RAU Scientific Reports & Solid State Electronics & Technologies* **1**, 15-35

[4] Schwartz K. (1996) Excitons and radiation damage in alkali halides. *RAU Scientific Reports & Solid State & Electronics & Technologies* **1**, 3-14

Book references should consist of: author's name, initials, year, title of book, publisher, place of publication, e.g.:

[5] Schwartz K. (1993) The Physics of Optical Recording. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York

[6] Shunin Yu.N. and Schwartz K.K. (1997) Correlation between electronic structure and atomic configurations in disordered solids. In: R.C. Tennyson and A.E. Kiv (eds.). Computer Modelling of Electronic and Atomic Processes in Solids. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 241-257 .

Unpublished papers should consist of: author's name, initials, year (or: in press), title of paper, report, thesis, etc., other relevant details, e.g.:

[7] Shunin Yu.N. (1995) Elementary Excitations in amorphous solids accompanying the swift heavy ions passages. Private communication. GSI Seminar. Darmstadt

The references above should be cross-referenced by numbers within square brackets: ...as cited in [1], or Kiv *et al.* [2]... The use of author initials for cross-references is not encouraged.

10. Authors Index

Editors form the author's index of a whole Volume . Thus , all contributors are expected to present personal colour photos with the short information on the education , scientific titles and activities.

11. Submission

Check your typescript very carefully before it is submitted. Submit two copies of the typescript to the Editors of the Volume. Always retain a copy of all material submitted as backup.

11.1. DISK FORMATS AND WORD PROCESSING PACKAGES

If you want to present contributions electronically please before submitting accord with the Editors the details on your computer system, your word processing package and version (MS Word 6 and above versions are preferable) and the way of transfer on the information (disk or Internet).

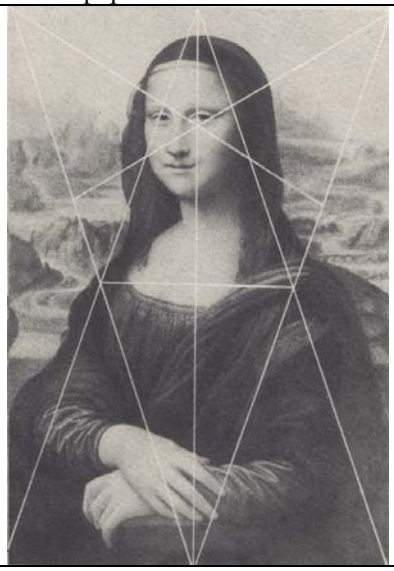
Acknowledgements

Acknowledgements (if present) mention some specialists , grants and foundations connected with the presented paper. The first page of the contribution should start on page 1 (right-hand, upper, without computer page numbering). Please paginate the contributions, in the order in which they are to be published. Use simple pencil only.

NATURE AND COMPUTER WORLD
Scientific popular journal

ПРИРОДА И КОМПЬЮТЕРНЫЙ МИР
Научно-популярный журнал

DABA UN DATORPASAULE
Zinātniski populārais žurnāls



PUBLISHERS:
TRANSPORT AND TELECOMMUNICATION INSTITUTE
TRANSPORTS UN SAKARU INSTITŪTS *(TSI)*
&
INFORMATION SYSTEMS INSTITUTE ***INFORMĀCIJAS SISTĒMU AUGSTSKOLA*** *(ISMA)*
EDITORIAL BOARD:

THE HEAD OF THE BOARD
PROFESSOR, DR.SC.HABIL I.V. KABASHKIN (LATVIA)
EDITOR-IN-CHIEF
PROFESSOR, DR.SC.HABIL. YU.N. SHUNIN (LATVIA)

MEMBERS OF THE BOARD:
Associated professor, Doctor of sociologyV.V. Volkov (Latvia)
Dozent, Dr.Sc.Eng A.V. Grackovsky (Latvia)

Professor, Dr.Sc.Habil O. Dumbrajs (Finland)

Professor, Dr.Sc.Habil A.E. Kiv (Israel)

TECHNICAL EDITOR:
Master of Science Ch.N. Hamroon

NATURE AND COMPUTER WORLD,
PUBLISHED SINCE 2001
ISSN 1407-8422
ISSN 1407-8422 **- on-line**
Copyright ©tsi&isma

Editorial office:
Nature and Computer World,
Lomonosov 1, Build. 4, LV-1019, Riga, Latvia
shunin@tsi.lv, kiv@tsi.lv

N&CW is the new scientific popular journal addressed to senior school students. It pays attention to some actual fields of undergraduate studies:

- Mathematics
- Physics
- Computers
- Programming and computer modelling
- Nature phenomena

We are open for collaboration in these directions in the framework of N&CW and ready to consider corresponding materials. All articles are reviewed.